

**TUGAS AKHIR**  
**KL 1702**

**APLIKASI DATABASE KOMPUTER DALAM PENENTUAN  
PROSEDUR PENGELASAN LAS BUSUR ARGON (MIG)  
BERDASARKAN STANDAR AWS**

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	3 - 8 - 2000
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	21.1514



RSke  
671.52  
kur  
a-1  
2000

Oleh :

**ABDUL ROZAQ KURNIAWAN**  
4395 100 035

**JURUSAN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2000**



## LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI DATABASE KOMPUTER DALAM PENENTUAN  
PROSEDUR PENGELASAN LAS BUSUR ARGON (MIG)  
BERDASARKAN STANDAR AWS.

## TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat

Untuk Menyelesaikan Studi Program Sarjana

Pada

Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, Mei 2000

Mengetahui / Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Soeweify, MEng.  
NIP. 130 386 579



Dosen Pembimbing II

Ir. Nur Syahroni  
NIP. 132 231 143



# TUGAS AKHIR

Kupersembahkan Tugas Akhir ini kepada  
Bapak, Ibu dan kakakku tercinta





## ABSTRAK

Dalam merencanakan suatu sambungan las dengan menggunakan las MIG perlu diperhatikan faktor kekuatan, biaya, kemampuan tukang las untuk melakukan pengelasan serta kemungkinan terjadinya cacat pada hasil lasan. Untuk mendapatkan suatu sambungan las yang kuat dan memenuhi kriteria mutu perlu dilakukan penyusunan prosedur pengelasan yang berisi variabel-variabel dan rincian pelaksanaan pengelasan. Tahapan perencanaan prosedur pengelasan merupakan kegiatan iteratif dan membutuhkan pengetahuan yang cukup luas untuk mendapatkan suatu prosedur pengelasan yang efektif dan efisien. Sehingga dalam merencanakan suatu prosedur pengelasan diperlukan waktu dan biaya yang cukup besar. Salah satu usaha yang memungkinkan untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan menggunakan suatu piranti lunak yang didukung oleh data-data penyusun prosedur pengelasan yang terorganisasi dalam suatu database.

RhoWELD~2000 yang dihasilkan pada tugas akhir ini didesain untuk memberikan kemudahan bagi penggunaanya dalam menyusun suatu prosedur pengelasan las busur MIG. RhoWELD~2000 merupakan suatu aplikasi berbasis database, dikembangkan dengan menggunakan Borland Delphi 4.0. Hasil akhir dari aplikasi ini adalah sebuah report prosedur pengelasan yang memenuhi standar AWS D1.1.

Validasi RhoWELD~2000 dilakukan dengan menbandingkan prosedur pengelasan yang dihasilkan RhoWELD~2000 dengan prosedur pengelasan pada buku *The Procedure Handbook of Arc Welding* halaman 6-64. Data input yang digunakan dalam pengujian ini adalah sambungan fillet dengan posisi pengelasan horisontal, material induk yang digunakan adalah baja karbon atau alloy steel dengan ketebalan material 0,5 inchi. Dari hasil pengujian ini didapatkan bahwa prosedur pengelasan yang dihasilkan dengan RhoWELD~2000 tidak jauh beda dengan prosedur pengelasan yang terdapat pada buku *The Procedure Handbook of Arc Welding*.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur *Alhamdulillah* kepada Yang Maha Kuasa, Allah SWT, atas segala rahmat yang telah diberikan kepada penulis. Hanya atas izin dan kehendak-Nyalah Tugas akhir ini dapat terselesaikan meskipun masih jauh dari kesempurnaan.

Tugas Akhir berjudul Aplikasi Database Komputer dalam Penentuan Prosedur Pengelasan Las Busur Argon (MIG) Berdasarkan Standar AWS diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Teknik Kelautan, FTK – ITS.

Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan yang tulus dari semua pihak. Oleh karenanya pada kesempatan ini penulis memberikan ucapan terima kasih yang tulus dan sedalam-dalamnya kepada :

1. **Bapak Ir. Soeweify, M. Eng** dan **Bapak Ir Nur Syahroni** sebagai Dosen Pembimbing I dan II Tugas Akhir ini.
2. **Bapak Dr. Ir. Paul Indiyono, M.Sc** sebagai Ketua Jurusan Teknik Kelautan.
3. **Bapak Ir. Jusuf Sutomo, M.Sc.** sebagai dosen Wali.
4. **Bapak dan Ibu** yang telah membesarkan dengan penuh kasih, mengajari penulis tentang arti kehidupan, dan yang telah memberikan segala restu pada penulis.
5. Kakak – kakakku, **Cak Yus** atas pinjaman komputernya, **Cak Su** atas motivasi dan dorongannya, **Cak Nur** atas buku Delphinya, **Mbak Ine, Ning Lilik** dan **Mbak Dina** yang memotivasi penulis selama penulis di rumah.

6. Dosen dan seluruh karyawan Teknik Kelautan yang telah banyak membantu penulis.
7. Etik, Joe, Indah dan Lia yang pernah mengisi dan mewarnai kehidupan penulis dengan sebuah lamunan indah tentang masa depan.
8. Tatik yang saat ini mengisi relung hati penulis dengan sebuah cinta yang takkan pernah hilang sehingga penulis termotifasi untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Mas Ari (OE '94) sekeluarga atas bantuan dan akomodasi serta keramahan yang penulis dapatkan selama penulisan tugas akhir ini.
10. Mas Nanang (Nonding) atas ide dan pikiran briliannya, yuk main PS mas Nanang!. Hiduuuuuuup PS (*Tekken 3, Fisherman bait 2*) !
11. Team TA Pengelasan (*Arie, Nanang, Daryono, Bagus*) atas rasa kebersamaannya.
12. Mas Rofik –King Of Delphi, Bang Joe, Mas Wasis, Mas Dwi + Arek Semolowaru yang telah mengajari dan membimbing penulis sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
13. Keluarga Manyar Kertoadi VI 25/ *Kamerad (Andika, Bim-Bim, Q-Cun, Opiek, Iyok dan Dedi, Azhar, Arie-Ewok, Oon, Ari Wier)* yang telah memberikan semua kenangan yang tak terlupakan. Rek kapan kapan ayok jalan-jalan nang Malang.
14. Arek – Arek T- 78, *Arif-king of love*, atas semua sarannya sehingga PD penulis bertambah; *Anang*, atas semua saran-saran dan kritik positif pada penulis; *Cahyo*, atas semua filsafat kehidupan yang penulis dapatkan



*selama penulis tinggal di T-78; Wawan-hermawan atas semua gurauan dan guyonannya serta suwun yo aku oleh nimbrung nang T-78; Gendon-cah lugu, atas semua guyonan dan ajaran memasaknya; Sidiq- wak lurah manuk'an, atas semua gurauan dan canda ria di kontrakan; Rendra-Mas Cilik atas semua saran dan kerjasamanya dalam asistensi ke Pak Weify.*

15. Anam-sobatku yang menemani penulis berkelana dalam suka dan duka di keputih utara 50 (*Bunker*), arek-arek Keputih utara 50 (Saiful suwun pul, Mas Dodik suwun warisan map- pe, Mas Arie atas pinjaman komputernya).
16. Semua pihak yang telah membantu dan memberi warna dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini banyak kekurangan dan jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca. Akhir kata semoga tulisan ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, ... Mei 2000

Penulis.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b>
1.1.	LATAR BELAKANG MASALAH 1-1
1.2.	PERUMUSAN MASALAH 1-5
1.3.	BATASAN MASALAH 1-5
1.4.	TUJUAN 1-6
1.5.	MANFAAT 1-6
1.6.	METODOLOGI PENULISAN 1-7
1.7.	SISTEMATIKA PENULISAN 1-9
<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b>
II.1.	TINJAUAN PUSTAKA II – 1
II.2.	LANDASAN TEORI II – 4
II.2.1.	Las Busur Argon II – 4
II.2.1.1.	Proses Pemindahan Logam Cair Las MIG II – 9
II.2.1.2.	Peralatan Mesin Las MIG II-13



II.2.1.3. Pembangkit Sumber Tenaga Listrik	II-14
II.2.1.4. Mesin Pengumpan Elektrode	II-16
II.2.1.5. Welding Gun	II-16
II.2.1.6. Gas Pelindung	II-17
II.3. KONSEP DATABASE	II-19
II.4. KONSEP PEMROGRAMAN	II-22
II.5. BAHASA PEMROGRAMAN	II-23
II.5.1. Borland Delphi 4.0	II-23
II.5.2. SQL( <i>Structure Query Language</i> ).	II-25
II.5.3. Database Desktop	II-26

### **BAB III**

### **PROSEDUR PENGELASAN**

III.1. UMUM	III – 1
III.2. AWS D1.1 <i>STRUCTURAL WELDING STEEL</i>	III – 4
III.3. MATERIAL INDUK	III – 5
III.4. DESAIN SAMBUNGAN	III-11
III.5. CONSUMABLE MATERIAL	III-15
III.5.1. Kawat Las (Elektrode)	III-16
III.5.2. Gas Pelindung	III-18
III.6. ARUS PENGELASAN	III-19
III.7. VOLTASE	III-20
III.8. KECEPATAN PENGELASAN	III-21
III.9. <i>STICK OUT ELECTRODE</i>	III-21
III.10. POSISI PENGELASAN	III-22

<b>BAB IV</b>	<b>DESAIN DAN EVALUASI PROGRAM</b>	
IV.1.	DESAIN PROGRAM	IV- 1
IV.1.1	<i>Penyusunan Database</i>	IV- 4
IV.1.1.1	Penyiapan Data	IV- 4
IV.1.1.2.	<i>Database Material Induk</i>	IV- 6
IV.1.1.3.	<i>Database Consumable Material</i>	IV- 9
IV.1.1.4.	<i>Database Desain Sambungan</i>	IV-10
IV.1.1.5.	<i>Database WPS.</i>	IV-12
IV.1.2.	Desain Form	IV-12
IV.1.3.	Penulisan Kode Program	IV-23
IV.2.	HASIL DESAIN PROGRAM	IV-23
IV.3.	EVALUASI DESAIN PROGRAM	IV-24
IV.3.1.	Data Prosedur Pengelasan Las MIG	IV-24
IV.3.2.	Running Program	IV-25
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	V- 1
V.1.	KESIMPULAN	V- 1
V.2.	SARAN	V- 2

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Diagram alir metodologi penulisan	I- 8
Gambar 2.1.	Pemindahan sembur pada las MIG	II-6
Gambar 2.2.	Jenis polaritas dan penetrasi yang dihasilkan las MIG	II-7
Gambar 2.3.	Pengaruh perubahan arus terhadap ukuran dan frekwensi tetesan.	II-8
Gambar 2.4.	Hubungan antara arus kritik dan diameter kawat	II-8
Gambar 2.5.	Proses perpindahan logam cair <i>spray</i> .	II-9
Gambar 2.6.	Proses perpindahan logam cair <i>globular</i> .	II-11
Gambar 2.7.	Proses perpindahan logam cair <i>short circuiting arc</i> .	II-12
Gambar 2.8.	Proses perpindahan logam cair <i>pulsed arc</i> .	II-13
Gambar 2.9.	Block diagram mesin las MIG.	II-14
Gambar 2.10.	Karakteristik arus listrik <i>constant voltage</i> yang dihasilkan oleh sebuah trafo penyearah.	II-15
Gambar 2.11.	Mesin pengumpan elektrode dan sebuah panel pengontrol.	II-16
Gambar 2.12.	Tipe-tipe <i>welding gun</i> las MIG	II-17
Gambar 2.13.	Tipe penetrasi beberapa gas pelindung.	II-18
Gambar 2.14.	Hubungan tabel filler material berdasarkan spesifikasi.	II-20
Gambar 2.15.	Struktur Jenjang data dalam <i>database</i> .	II-21
Gambar 2.16.	Tampilan utama Delphi 4.0.	II-26
Gambar 3.1.	Bentuk sambungan groove dan fillet	III-12

Gambar 3.2.	Tipe-tipe sambungan	III-13
Gambar 3.3.	Perbedaan desain sambungan las SMAW dan MIG	III-14
Gambar 3.4.	Perbandingan kecepatan las dan besar arus pengelasan.	III-20
Gambar 3.5.	<i>Stick Out Electrode.</i>	III-22
Gambar 3.6.	Posisi torch terhadap benda kerja.	III-23
Gambar 3.7.	Bentuk ayunan <i>single pass weld</i>	III-23
Gambar 3.8.	Bentuk ayunan <i>multipass weld</i>	III-24
Gambar 3.9.	Bentuk ayunan sambungan fillet	III-24
Gambar 3.10.	Bentuk ayunan sambungan but pada posisi horisontal.	III-25
Gambar 3.11.	Bentuk ayunan torch <i>vertical up</i> dan <i>vertical down</i> .	III-25
Gambar 3.12.	Bentuk Overhead.	III-26
Gambar 4.1.	Diagram alir program	IV-3
Gambar 4.2.	Desain form splash	IV-15
Gambar 4.3.	Desain form utama	IV-15
Gambar 4.4.	Desain form <i>input</i>	IV-16
Gambar 4.5.	Desain form animasi	IV-16
Gambar 4.6.	Desain form <i>output</i>	IV-17
Gambar 4.7.	Desain form edit <i>WPS</i>	IV-18
Gambar 4.8.	Desain form <i>report</i>	IV-19
Gambar 4.9.	Desain form informasi material	IV-19
Gambar 4.10.	Desain form manipulasi data desain sambungan.	IV-20
Gambar 4.11.	Desain form manipulasian data elektrode	IV-20
Gambar 4.12.	Desain form data module	IV-21



Gambar 4.13. Desain form about	IV-21
Gambar 4.14. Desain form pelacak elektrode.	IV-22
Gambar 4.15. Desain form pelacak material induk.	IV-22
Gambar 4.16. Desain form pelacak WPS.	IV-23
Gambar 4.17. Gambar desain sambungan Tee.	IV-25
Gambar 4.18. Dialog input dengan data masukan sesuai dengan data WPS yang digunakan sebagai penguji dan evaluasi RhoWELD~2000.	IV-26
Gambar 4.19. Output yang dihasilkan RhoWELD~2000.	IV-27
Gambar 4.20. Tampilan <i>additional information</i>	IV-27
Gambar 4.21. Report WPS yang dihasilkan RhoWELD~2000.	IV-28

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kombinasi arus minimum dan gas pelindung pada <i>spray arc</i>	II-10
Tabel 2.2. Arus maksimum dan minimum pada <i>short arc</i>	II-12
Tabel 2.3. Gas pelindung pada las MIG.	II-19
Tabel 2.4. Tipe-tipe <i>field</i> pada paradox.	II-27
Tabel 3.1. Range ketebalan <i>basemetal</i> untuk pengelasan GMAW.	III-5
Tabel 3.2. Petunjuk pemilihan gas pelindung.	III-18
Tabel 4.1. Perencanaan <i>field</i> tabel nama material.	IV-6
Tabel 4.2. Perencanaan <i>field</i> tabel berdasarkan sifat mekanik.	IV-7
Tabel 4.3. Perencanaan <i>field</i> tabel material berdasarkan sifat kimia.	IV-7
Tabel 4.4. Perencanaan <i>field</i> tabel hubungan material dengan elektrode.	IV-8
Tabel 4.5. Perencanaan <i>field</i> tabel elektrode.	IV-9
Tabel 4.6. Perencanaan <i>field</i> tabel desain sambungan.	IV-11
Tabel 4.7. Rencana <i>field</i> tabel WPS.	IV-12



"Hai orang-orang yang beriman, masuklah kamu dalam Islam secara keseluruhan dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syetan, sesungguhnya syetan itu musuh yang nyata bagimu" (QS.2 : 208)

## BAB I



## PENDAHULUAN



---

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1. LATAR BELAKANG**

Teknik penyambungan logam sudah dikenal manusia sejak jaman prasejarah, yaitu penyambungan logam mulia dengan menggunakan panas. Setelah listrik ditemukan, teknologi pengelasan logam berkembang pesat, diawali dengan penggunaan las busur listrik oleh Bernades pada tahun 1885 (Okumura,1994). Dari sini penggunaan sambungan las semakin luas, sampai digunakan pada seluruh badan kapal dan jembatan.

Seiring dengan perkembangan jaman proses mekanisasi pada mesin las mulai dipikirkan, sehingga pada tahun 1948 diperkenalkanlah mesin las busur argon (MIG). Karena menggunakan gas pelindung Argon dan mekanisasi pada mesinnya maka las busur argon (MIG) mempunyai kelebihan-kelebihan sebagai berikut:

- Pengelasan dapat dilakukan dengan cepat.
- Hasil lasan lebih bersih karena jumlah percikan semakin kecil.
- Faktor distorsi yang kecil.
- Dapat digunakan untuk mengelas mild steel, stainless steel dan aluminium.

Dengan kelebihan-kelebihan tersebut penggunaan mesin las busur Argon semakin luas, walaupun terkadang mahalnya gas pelindung Argon merupakan

---

suatu kendala dalam merencanakan sambungan. Tetapi dengan kemampuan las pada logam stainless steel dan aluminium, las busur Argon (MIG) masih tetap digunakan.

Pada tahun 1940 terjadi patah getas pada beberapa kapal dan jembatan. Setelah dilakukan penyelidikan menunjukkan bahwa pada kapal dan jembatan terdapat cacat las, retak halus, dan tegangan sisa dalam bahan yang terjadi pada saat proses pengelasan. Secara tidak langsung dapat diketahui bahwa kegagalan sambungan las terjadi karena kurangnya ketelitian dalam menyusun prosedur pengelasan.

Untuk menghindari kegagalan sambungan las ini, maka dalam merencanakan sambungan las suatu konstruksi dengan mesin las busur Argon/MIG (*Metal Inert Gas*) diperlukan suatu prosedur pengelasan yang memenuhi standar. Prosedur pengelasan adalah suatu rencana pelaksanaan pengelasan, meliputi pembuatan konstruksi las yang sesuai dengan rencana dan spesifikasi yang ditentukan (Okumura, 1994). Biasanya dalam merencanakan suatu prosedur pengelasan seorang *designer* melakukannya secara iteratif untuk mendapatkan prosedur pengelasan yang efektif dan efisien. Perencanaan prosedur pengelasan yang efektif tergantung pada pengetahuan *designer* tentang pengelasan, metalurgi, kekuatan struktur maupun ekonomi produksi yang diperlukan. Karena Perencanaan pengelasan merupakan suatu tahapan iteratif dan membutuhkan pengetahuan yang cukup luas, maka perlu adanya piranti pembantu yang dapat mempermudah perencanaan prosedur pengelasan. Menurut Loader (1984 b) perencanaan prosedur pengelasan dapat dilakukan dengan mengacu pada

---



beberapa standar klasifikasi pengelasan yang ada. Metode ini kurang efisien karena diperlukan referensi standar yang dipakai serta orang yang benar-benar ahli dalam pengelasan, sehingga diperlukan suatu metode yang efektif dan efisien, yaitu dengan menggunakan bantuan komputer sebagai sarana CAD/CAM. Pada tahun 1984 Battelle Columbus Laboratories and Ceramics Center mengembangkan program komputer berbasis database guna membantu pengidentifikasian material, namun perangkat ini masih mempunyai kekurangan dimana perangkat ini hanya dapat mengidentifikasi material non-besi (*nonferous*), (Loader 1984 a).

Pada tahun yang sama pula Control Engineering Support Group mengembangkan instrumen yang dapat digunakan untuk merancang prosedur pengelasan dengan di tempat pengelasan. Instrumen ini mempunyai output enam parameter pengelasan (Street 1984 ). Pada tahun 1987 mulai ada perangkat lunak yang dapat digunakan untuk merencanakan sambungan las, yaitu :

- *Weldspec* untuk DOS, kumpulan database WPS, WPQ, inspeksi NDT serta mekanisme pengujian hasil lasan sehingga pelacakan prosedur pengelasan, material induk, *consumable material*, perencanaan inspeksi dan mesin las dapat dilakukan dengan cepat.
  - *Arc Analysis*, untuk menganalisa kekuatan sambungan las dengan menggunakan metode elemen hingga (FEM).
  - *Weldvol*, memberikan informasi kuantitas *consumable material* yang digunakan selama pengelasan (Lucas, 1987).
-



Pada tahun 1987 perangkat lunak untuk pelacakan variable pengelasan mulai diperkenalkan. Piranti ini dikembangkan dengan menggunakan standar ASME IX 1974-1986. Setahun kemudian American Welding Institute mengeluarkan piranti lunak pemilih *consumable material* las SMAW(American Welding Intitute,1988). Sebenarnya instrumen ini sudah sangat bagus dalam membantu penentuan prosedur pengelasan namun seiring dengan perkembangan jaman maka instrumen ini mulai ditinggalkan.

Pada tahun 1998 *TWI Software* mengeluarkan beberapa perangkat lunak pengelasan, seperti :

- *Weldspec*, perangkat lunak yang berisi database prosedur pengelasan(WPS, PQR dan desain sambungan). *Weldspec* mempunyai format WPS yang sesuai dengan standar EN288, ASME IX, AWS D1.1 dan juga format WPS yang dapat disesuaikan dengan standar yang dipakai.
- *WelderQual*, merupakan database kualifikasi pengelas berdasarkan standar EN 287, ASME IX, AWS D1.1. dan semua variabel kualifikasi pengelas (TWI, 1998).

*Welding Co-ordinator* untuk windows, merupakan integrasi *weldspec*, *welderqual*, *NDTspec*, *crackwise* dan *fatiguewise* sehingga perencanaan sambungan dapat dilakukan dengan cepat (TWI, 1998). Karena produk TWI Software di atas sangat mahal maka perlu adanya piranti lunak dengan kemampuan setara dengan harga yang murah. Dari sini timbullah keinginan untuk

---

membuat aplikasi berbasis database komputer sebagai pembantu penentuan prosedur pengelasan.

Disamping itu kurangnya pengetahuan mahasiswa Teknik Kelautan akan tahapan merencanakan prosedur pengelasan semakin memacu untuk dapat menghasilkan perangkat lunak berbasis database yang dapat membantu perencanaan prosedur pengelasan, sebagai penunjang mata kuliah Teknologi Las dan Inspeksi Las.

## **I.2. PERUMUSAN MASALAH**

Dalam usaha pengembangan perangkat lunak berbasis database komputer ini terdapat beberapa permasalahan, yaitu:

1. Bagaimana penentuan dan pemilihan prosedur pengelasan pada las busur Argon berdasarkan standar dari *American Welding Society-Structural Welding (AWS)* dengan perangkat lunak
2. Bagaimana perencanaan dan aplikasi database komputer dalam penentuan prosedur pengelasan las busur Argon (MIG).

## **I.3. BATASAN MASALAH**

Agar permasalahan yang akan dipecahkan tidak terlalu luas maka perlu adanya batasan masalah, yaitu :

1. Klasifikasi yang digunakan adalah AWS D1.1
-

2. Teknik pengelasan yang digunakan adalah MIG.
3. Desain sambungan dibatasi pada *Groove Joint* dan *Fillet Joint*.
4. Gas yang digunakan adalah gas mulia(Argon).
5. Material yang digunakan sesuai standar ASTM.
6. Desain sambungan dikhususkan pada *Structural Steel*.
7. Prosedur yang didapat tanpa mengalami pengujian/ kualifikasi.
8. Material induk yang digunakan adalah pelat.

#### **1.4. TUJUAN**

Tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini adalah:

1. Mendapatkan prosedur pengelasan las busur Argon (MIG) berdasarkan standar *American Welding Society-Structural Welding Code Steel Edition 1998*.
2. Mendapatkan suatu aplikasi database sebagai penentu prosedur pengelasan las busur Argon(MIG) dengan menggunakan bahasa *Borland Delphi 4.0*.

#### **1.5. MANFAAT**

Dari hasil studi ini diharapkan diperoleh hasil rancangan sambungan las yang memenuhi standar AWS serta dapat digunakan sebagai sarana penunjang mata kuliah Teknologi Las bagi Mahasiswa Teknik Kelautan.

---



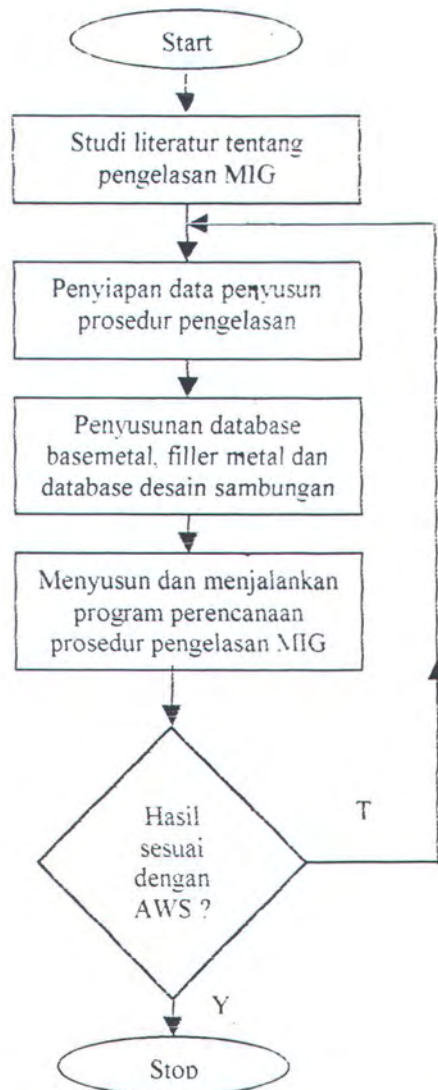
## 1.6. METODOLOGI PENULISAN

Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam penulisan ini menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Studi literatur, dengan mengambil bahan-bahan acuan teori dari jurnal-jurnal dan buku-buku yang berkaitan dengan masalah pengelasan, khususnya las busur gas mulia (MIG).
2. Penyiapan data-data *basematerial* berdasarkan standar dari *ASTM*, data-data *consumablematerial* serta data desain sambungan berdasarkan standar *AWS-Structural Welding Code Steel*.
3. Melakukan penyusunan database material induk (*basemetal*), material umpan (*fillermetal*) dan database desain sambungan (*Joint Detail*).
4. Membuat perangkat lunak berbasis database dengan menggunakan Borland Delphi 4.0.
5. Mencoba menjalankan program dan meneliti apakah program cukup layak dipakai dalam penentuan dan pemilihan prosedur pengelasan pada las busur gas mulia.

Secara garis besar langkah yang dilakukan dapat digambarkan sebagai berikut :

---



Gambar 1.1. Diagram alir metodologi penulisan

## **I.7. SISTEMATIKA PENULISAN**

### **BAB I        PENDAHULUAN**

Berisi tentang latar belakang, pengertian dan batasan masalah, metodologi penulisan, manfaat dan sistematika penulisan.

### **BAB II        TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

Berisi tentang penelitian penelitian yang pernah dilakukan, mesin las busur Argon (MIG), konsep database, konsep pemrograman serta bahasa pemrograman Delphi 4.0.

### **BAB III        PROSEDUR PENGELASAN.**

Berisi tentang urutan langkah-langkah penyusunan prosedur pengelasan mulai dari penentuan basematerial consumable jenis sambungan serta parameter parameter pengelasan.

### **BAB IV        EVALUASI DESAIN PROGRAM**

Berisi tentang pembuatan dan evaluasi program apakah hasil keluaran program sudah sesuai dengan AWS, penjelasan cara kerja program dan keluaran yang dihasilkan.

### **BAB V        KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan, yaitu efisiensi waktu dan biaya dalam menentukan prosedur pengelasan serta kelayakan perangkat lunak yang dihasilkan untuk dipakai sebagai sarana penunjang mata kuliah Teknologi Las

---



---

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### II.1. TINJAUAN PUSTAKA

Pada saat ini dunia mengalami suatu revolusi penerapan teknologi komputer, dimana komputerisasi telah menjamah segala bidang kegiatan manusia. Hal ini berkaitan dengan kecepatan dan ketepatan komputer dalam mengolah data serta menyelesaikan perhitungan-perhitungan yang rumit dalam waktu singkat. Perhitungan perhitungan yang harus dilakukan secara *trial and error* pun dapat dilakukan oleh komputer (Jogiyanto, 1992).

Kemampuan komputer ini tidak lepas dari pengaruh perkembangan perangkat lunak yang dapat menyelesaikan permasalahan secara cepat, tepat pula. Menurut Jogiyanto (1992) perangkat lunak dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

1. **Perangkat lunak sistem operasi (*operating system*)**, yaitu program yang ditulis untuk mengendalikan dan mengkoordinasi kegiatan dari sistem komputer.
2. **Perangkat lunak bahasa (*language software*)**, yaitu program yang digunakan untuk menterjemahkan instruksi-instruksi yang ditulis dalam bahasa pemrograman ke dalam bahasa mesin supaya dapat dimengerti oleh komputer.

3. **Perangkat lunak aplikasi (*application software*)**, yaitu program yang ditulis dan diterjemahkan oleh *language software* untuk menyelesaikan suatu aplikasi tertentu

Berdasarkan klasifikasi perangkat lunak di atas maka aplikasi database yang akan dikembangkan merupakan perangkat lunak aplikasi yang dikembangkan dengan menggunakan perangkat lunak bahasa Borland Delphi 4.0 . Sebenarnya aplikasi database yang akan dikembangkan sudah pernah ada, seperti perangkat lunak buatan Battele Colummbus Laboratories and Ceramics Center yang dapat digunakan untuk membantu pengidentifikasian material, namun perangkat ini masih mempunyai kekurangan dimana perangkat ini hanya dapat mengidentifikasi material non-besi (*nonferous*), (Loader 1984 a). Untuk mengatasi kekurangan ini maka pada tahun 1984 Control Engineering Support Group mengembangkan instrumen yang dapat digunakan untuk merancang prosedur pengelasan dengan di tempat pengelasan. Instrumen ini mempunyai *output* enam parameter pengelasan (Street 1984 ). Pada tahun 1987 mulai ada perangkat lunak yang dapat digunakan untuk merencanakan sambungan las, yaitu :

- *Weldspec* untuk DOS, kumpulan database WPS, WPQ, inspeksi NDT serta mekanisme pengujian hasil lasan sehingga pelacakan prosedur pengelasan, material induk, *consumable material*, perencanaan inspeksi dan mesin las dapat dilakukan dengan cepat.
  - *Arc Analysis*, untuk menganalisa kekuatan sambungan las dengan menggunakan metode elemen hingga(FEM).
-



- *Weldvol*, memberikan informasi kuantitas consumable material yang digunakan selama pengelasan (Lucas, 1987).

Pada tahun yang sama pula perangkat lunak untuk pelacakan variable pengelasan mulai diperkenalkan. Piranti ini dikembangkan dengan menggunakan standar ASME IX 1974-1986. Setahun kemudian American Welding Institute mengeluarkan piranti lunak pemilih *consumable material* las SMAW (American Welding Intitute, 1988). Sebenarnya instrumen ini sudah sangat bagus dalam membantu penentuan prosedur pengelasan namun seiring dengan perkembangan jaman maka instrumen ini mulai ditinggalkan.

Pada tahun 1998 *TWI Software* mengeluarkan beberapa perangkat lunak pengelasan, seperti :

- *Weldspec*, perangkat lunak yang berisi database prosedur pengelasan (WPS, PQR dan desain sambungan). *Weldspec* mempunyai format WPS yang sesuai dengan standar EN288, ASME IX, AWS D1.1 dan juga format WPS yang dapat disesuaikan dengan standar yang dipakai.
  - *WelderQual*, merupakan *database* kualifikasi pengelas berdasarkan standar EN 287, ASME IX, AWS D1.1. dan semua variabel kualifikasi pengelas (TWI, 1998).
  - *Welding Co-ordinator* untuk windows, merupakan integrasi *weldspec*, *welderqual*, *NDTspec*, *crackwise* dan *fatiguewise* sehingga perencanaan sambungan dapat dilakukan dengan cepat (TWI, 1998).
-



Aluminium yang kemudian diperluas untuk pengerjaan pada logam baja (Murdjito, 1995).

Pada umumnya las MIG dioperasikan secara semi-otomatis maupun otomatis. Otomatis apabila pengumpanan elektrode, pengaturan arus, pengaturan aliran gas pelindung serta kecepatan pengelasan berjalan secara otomatis. Apabila kecepatan pengelasan tergantung pada operator (tukang las) disebut semi-otomatis (buku, tahun). Karena sistem pengoperasiannya secara otomatis dan semi-otomatis membuat mesin las MIG mempunyai beberapa kelebihan yang menonjol bila dibandingkan dengan las manual. Menurut Soewefy (1993) kelebihan tersebut antara lain sebagai berikut :

1. Karena tidak ada flux atau slag maka percikan las yang terjadi lebih sedikit.
2. Proses pengelasan dapat dilakukan dengan cepat karena tidak memerlukan penggantian elektrode seperti pada pengelasan SMAW.
3. Tidak mudah mengalami keretakan, karena proses pengelasan dilakukan dengan cepat tanpa terhenti oleh penggantian elektrode.
4. Nilai deposit *Weld Metal* lebih tinggi.
5. Asap yang timbul pada saat pengelasan lebih sedikit.
6. Pengerjaan pengelasan lebih mudah.
7. Peranan operator dalam penentuan kualitas sambungan berkurang.

Karena hal-hal tersebut di atas, maka las MIG banyak sekali digunakan pada pengelasan baja-baja kualitas tinggi seperti baja tahan karat, baja kuat dan

---

Setahun kemudian *Computer Engineering, Inc* (1999) mengeluarkan produk perangkat lunak pengelasan pula seperti :

- *AWS Welding* digunakan untuk perencanaan prosedur pengelasan, perencanaan kualifikasi sambungan, serta fasilitas untuk mencatat hasil kualifikasinya berdasarkan standar AWS.
- *Welding Pro-Write*, merupakan aplikasi database yang dapat digunakan untuk merencanakan prosedur pengelasan serta kualifikasinya berdasarkan standar ASME Section IX.
- *Forms Module* merupakan aplikasi database yang menyediakan format penulisan serta pembuatan prosedur pengelasan, kualifikasinya serta pencatatan hasil kualifikasinya.

## II.2. LANDASAN TEORI

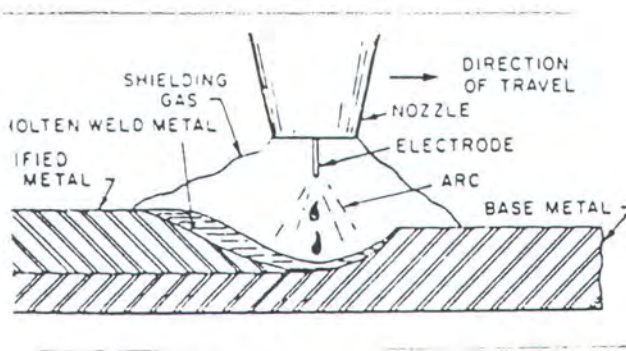
### II.2.1. LAS BUSUR ARGON (MIG)

Lima puluh tahun yang lalu (terhitung dari tahun 1998), suatu tim peneliti dari *Airco* (kini dikenal sebagai *BOC Gases*) membuat suatu penemuan yang menghebohkan suatu penemuan yang kelak merubah produktivitas pekerjaan pengelasan selamanya. Penemuan mereka adalah proses pengelasan *gas metal arc (GMA) welding* atau *metal inert gas (MIG) welding* sebagaimana banyak disebut dewasa ini, merupakan *workhorse* bagi fabrikator saat ini, dan merupakan faktor kunci pada ledakan proses fabrikasi yang mengiringi Perang Dunia II (Sullivan 1994). Pada awal perkembangannya las MIG hanya digunakan untuk menyambung

---



logam-logam bukan baja yang tidak dapat dilas dengan cara yang lain (Okumura, 1994). Menurut Okumura (1994) kelebihan las MIG di atas dipengaruhi oleh busur yang selalu runcing, menyebabkan butir-butir logam cair menjadi halus dan pemindahannya berlansung dengan cepat seakan-akan seperti disemburkan.

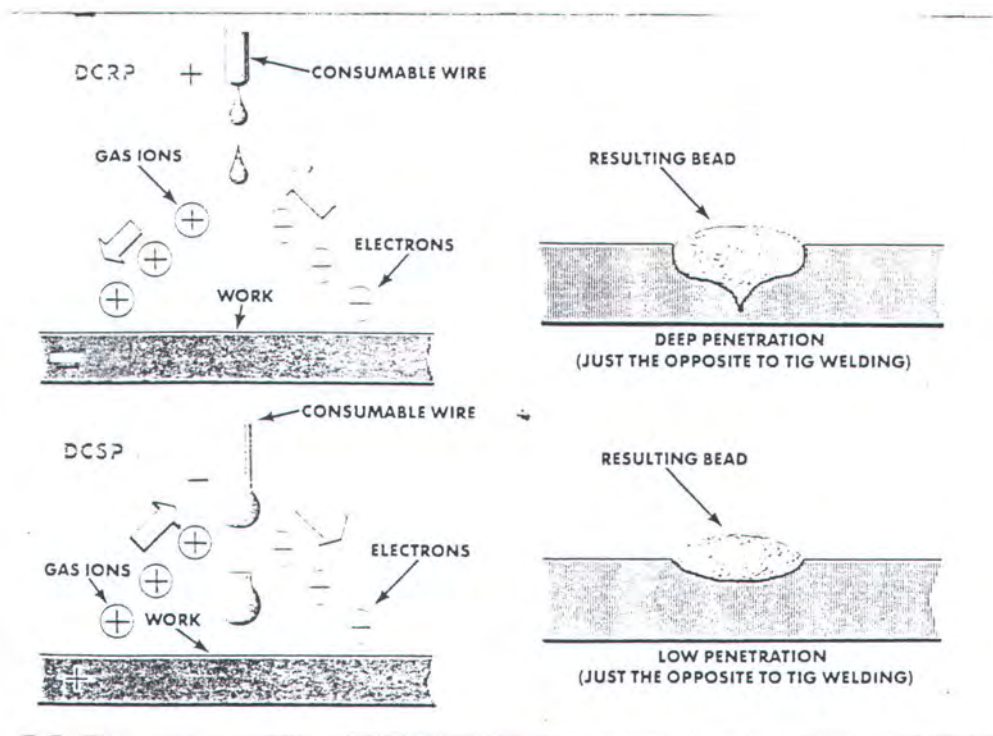


Gambar 2.1 Pemindahan Sembur pada Las MIG (Cary, 1994)

Terjadinya penyemburan logam cair ini disebabkan oleh ukuran diameter elektrode, arus listrik yang dipakai, gas pelindung yang dipakai, besarnya tegangan pada busur las. Las busur Argon (MIG) biasanya menggunakan arus searah dengan tegangan tetap sebagai sumber tenaga. Dengan sumber tenaga tersebut polaritas yang terjadi bisa polaritas balik (direct current electrode positif/DCEP) ataupun direct current electrode negatif (DCEN). Pada pengelasan DCEP elektrode dihubungkan pada kutub positif atau katoda, sedangkan kutub negatif dihubungkan pada basemetal atau logam yang dilas. Dengan cara ini maka  $\frac{2}{3}$  atau 70% panas dikonsumsi oleh basemetal, dan  $\frac{1}{3}$  atau 30% panasnya dikonsumsi elektrodanya sehingga penetrasi yang dihasilkan cukup dalam. Cara ini kurang berfungsi sebagai pembersih "*cleaning action*" pada lapisan oksida yang terdapat pada permukaan logam yang dilas. Sebaliknya pengelasan



dengan polaritas DCEN, panas yang terjadi pada basemetal sekitar 1/3 atau 30% dan panas yang terjadi pada elektrodanya adalah 2/3 atau 70%. Cara ini digunakan untuk pengelasan logam yang permukaannya terdapat lapisan oksida seperti aluminium dan stainless steel. Karena panas yang terjadi pada logam kecil maka penetrasi yang dihasilkan kurang begitu dalam.

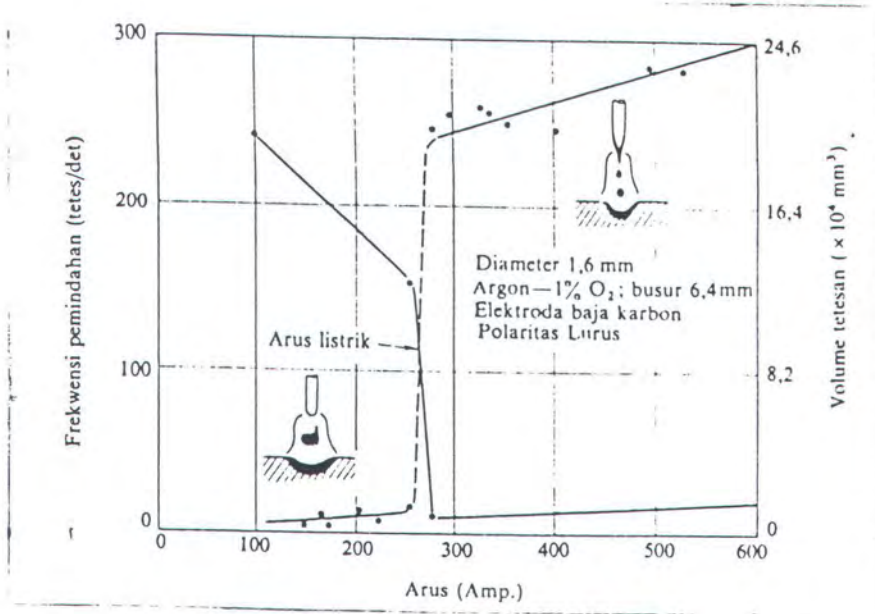


Gambar 2.2 Jenis polaritas dan penetrasi yang dihasilkan las MIG

(Giachino, 1968)

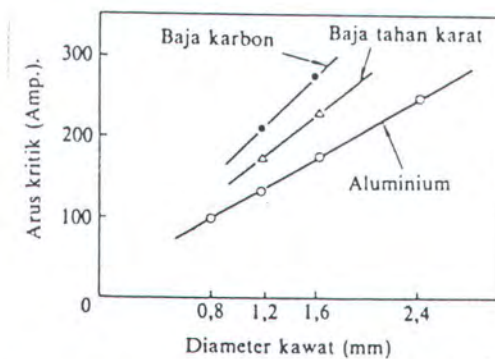
Disamping polaritas ternyata besar arus, voltase dan komposisi gas pelindung juga mempengaruhi pemindahan logam cair (Houdcroft and Jhon, 1988). Bila besar arus melewati harga tertentu yang disebut harga kritik barulah terjadi pemindahan sembur. Besarnya arus kritik tergantung pada bahan kawat las,

garis tengah kawat las dan jenis gas pelindungnya. Bila diameter mengecil, besarnya arus kritis yang diperlukan juga menurun.



Gambar 2.3 Pengaruh perubahan arus terhadap ukuran dan frekwensi tetesan

(Okumura, 1994).



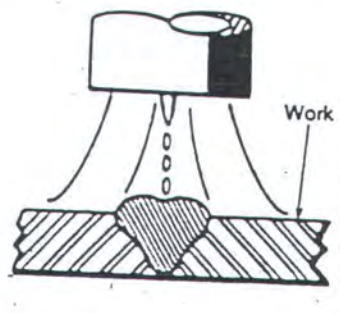
Gambar 2.4 Hubungan antara arus kritis dan diameter kawat (Okumura,

1994)

### II.2.1.1. Proses Pemindahan Logam Cair Las MIG

Menurut Houldcroft (1988) Metal transfer adalah proses pemindahan logam cair dari ujung elektrode ke *molten pool basemetal*. Secara umum perpindahan logam cair ini dipengaruhi oleh besarnya arus, voltase dan komposisi gas pelindung. Pada pengelasan dengan arus besar pemindahan yang terjadi adalah *spray arc* dan sebaliknya pemindahan logam cair yang terjadi berupa gumpalan – gumpalan besar (*globular*). Berdasarkan karakteristik listrik ini maka, Soewefy (1994) membedakan proses pemindahan logam cair pada las MIG menjadi empat, yaitu :

- a. *Spray transfer*, yaitu perpindahan cairan logam dari ujung elektrode terpancar ke kampuh las melalui busur listrik berupa butiran-butiran kecil. Untuk menghasilkan metal transfer ini diperlukan arus pengelasan tinggi. Dengan arus listrik tinggi, busur listrik yang terbentuk menjadi lebih mantap dan terkumpul sehingga arah pengelasan mudah untuk diarahkan pada bagian yang akan dilas. Terbentuknya pancaran logam dalam ukuran serta panas busur pengelasan tinggi memungkinkan tercapainya penetrasi yang dalam.



Gambar 2.5 Proses perpindahan logam cair *spray* (Houldcroft and Jhon, 1988)



Tipe perpindahan ini digunakan untuk mengelas sambungan-sambungan logam dengan ketebalan  $> 2,4$  mm. Biasa digunakan untuk mengelas aluminium dan copper pada posisi datar. Pada tabel 2.1 ditunjukkan besarnya arus minimum untuk beberapa macam elektrode dan gas pelindung agar terjadi proses spray arc.

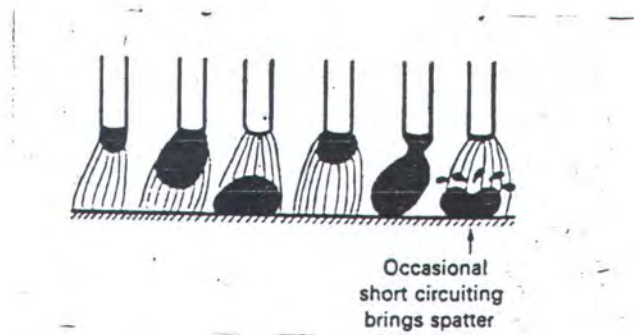
**Tabel 2.1 Kombinasi arus minimum dan gas pelindung pada *spray arc***

(Politeknik Perkapalan ITS, 1992a)

Type Wire Elektrode	Diameter (mm)	Gas Pelindung	Arus Minimum (A)
Weld Steel	0,76	Argon-2 Oxy	150
Weld Steel	0,89	Argon-2 Oxy	165
Weld Steel	1,1	Argon-2 Oxy	220
Weld Steel	1,6	Argon-2 Oxy	275
Stainless Steel	0,89	Argon-1 Oxy	120
Stainless Steel	1,1	Argon-1 Oxy	225
Stainless Steel	1,6	Argon-1 Oxy	285
Aluminium	0,76	Argon	95
Aluminium	1,19	Argon	135
Aluminium	1,6	Argon	150
Decidized copper	0,89	Argon	150
Decidized copper	1,1	Argon	210
Decidized copper	1,6	Argon	310
Silicon Bronze	0,89	Argon	165
Silicon Bronze	1,1	Argon	205
Silicon Bronze	1,6	Argon	270

*b. Globular Transfer*, yaitu perpindahan logam cair pada ujung elektrode berbentuk bola dengan diameter sebesar dua atau tiga kali diameter elektrode dan terlepas dari ujung elektrode melalui busur listrik kekampuh las. Karena panas busur pengelasan yang tidak begitu tinggi

dan butiran logam yang terbentuk berdiameter besar maka penetrasi yang dihasilkan dangkal, serta memungkinkan terperangkapnya terak di dalam logam las akibat pendinginan cepat.

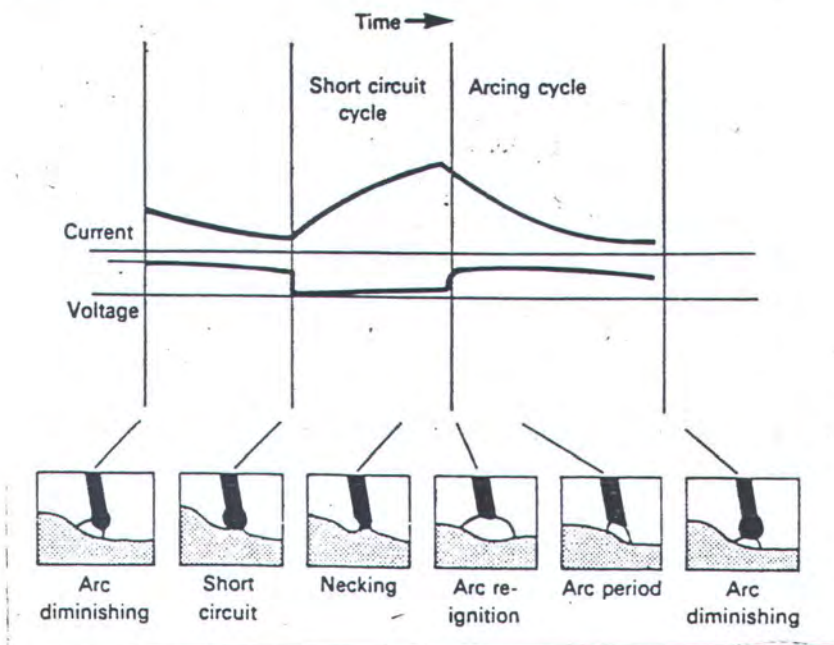


Gambar 2.6 Proses perpindahan logam cair *globular* (Houldcroft and Jhon, 1988)

- c. *Short Circuit transfer*, perpindahan logam ini didasarkan atas mengalirnya cairan logam dari elektrode ke kampuh las yang pendek akibat adanya hubungan pendek. Perpindahan logam cair ke material induk terjadi sebanyak 20 sampai 200 kali perdetik. Perpindahan ini sering terjadi pada pengelasan dengan diameter elektrode 0,8 mm sampai 1,1 mm dan bekerja pada voltase dan arus rendah. Pada tabel 2.1 ditunjukkan arus optimum short arc. Perpindahan ini digunakan untuk pengelasan bahan-bahan yang tebal pada posisi vertical dan overhead, dan juga untuk mengisi gap yang besar.

Tabel 2.2 Arus maximum dan minimum pada short arc (Politeknik perkapalan,  
1992a)

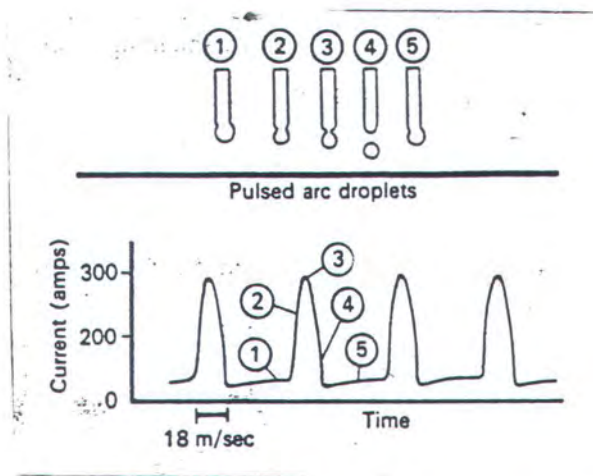
Electrode Wire Diameter (mm)	Welding Current (A)	
	Minimum	Maximum
0,76	50	150
0,89	75	175
1,1	100	225



Gambar 2.7 Proses perpindahan logam cair *short circuiting arc* (Houldcroft  
and Jhon, 1988)

- d. *Pulsed Arc*, proses ini hampir sama dengan proses short circuit hanya saja seolah-olah ada tarikan pada proses pemindahan logam cair.

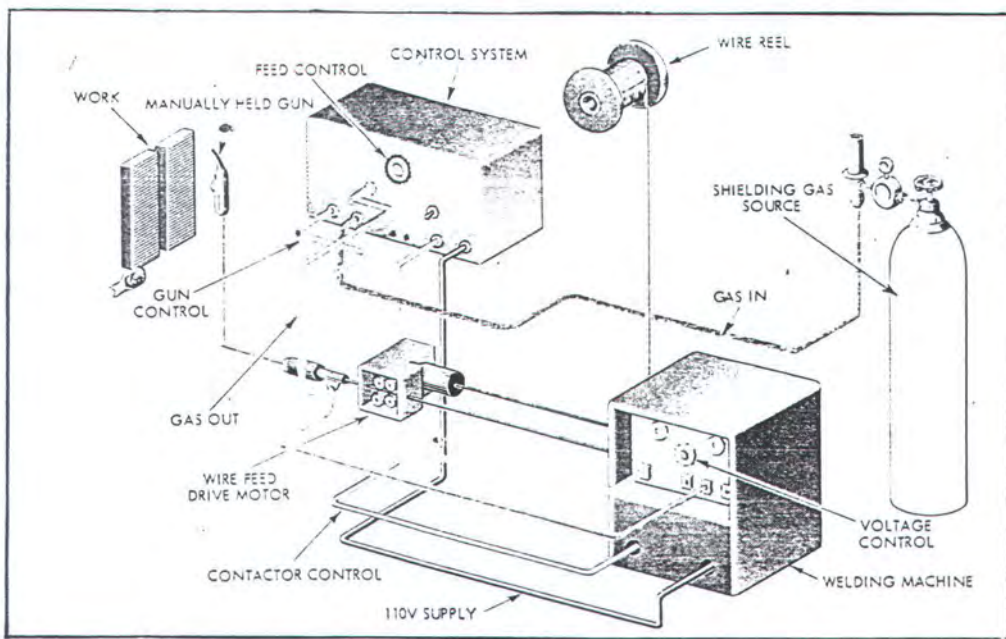




Gambar 2.8 Proses perpindahan logam cair *pulsed arc* (Houldcroft and Jhon, 1988)

#### II.2.1.2. Peralatan Mesin Las MIG.

Pada proses pengelasan MIG diperlukan beberapa peralatan pokok yang harus ada untuk dapat digunakan mengelas secara sempurna. Menurut (Giachino, 1968) mesin las MIG terdiri dari empat bagian utama, yaitu pembangkit sumber tenaga (*power supply*), *welding gun*, pengumpan elektrode (*wire feeding mechanism*), dan gas pelindung, seperti yang terlihat pada gambar 2.9



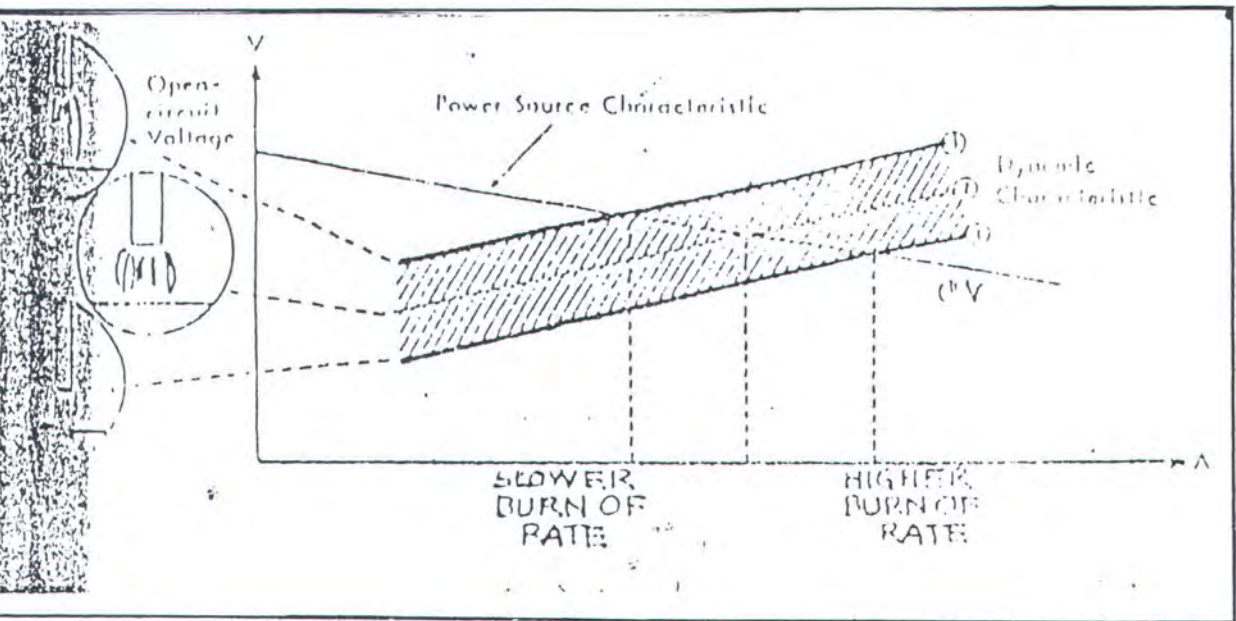
Gambar 2.9 Block diagram mesin las MIG

### II.2.1.3. Pembangkit Sumber Tenaga Listrik.

Mesin las sebagai pembangkit listrik dalam MIG harus mempunyai unjuk kerja 100% duty cycle. Mesin ini biasanya menggunakan penyearah (*transformer rectifier*) ataupun generator arus searah. Sedangkan pada pekerjaan lapangan lebih efisien digunakan generator dengan mesin diesel. Pemilihan mesin las MIG menggunakan mesin yang berkarakter arus listrik *constant voltage* (cv). Proses pemindahan elektrode secara otomatis dapat terjadi karena adanya proses "*Slower Burn of rate* dan *Higher Burn of rate*". Pemilihan constant voltage mempunyai beberapa kelebihan antara lain sebagai berikut :

- a. Mengurangi keruwetan dalam sistim pengontrol pemakanan elektrode.

- b. Memperkecil kemungkinan elektrode terbang percuma karena panas yang berlebihan.
- c. Sistem start busur las yang lebih mudah.



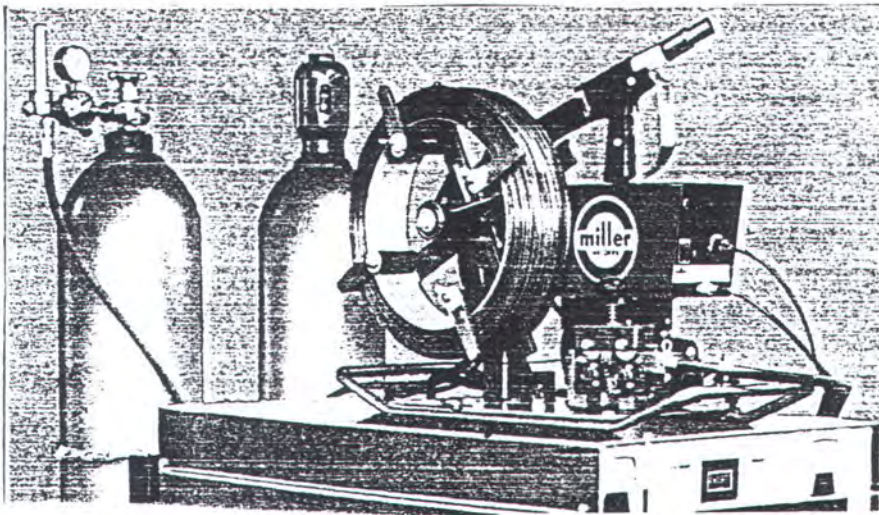
Gambar 2.10 Karakteristik arus listrik *constant voltage* yang dihasilkan oleh sebuah trafo penyearah (Murdjito, 1995)

Jenis arus listrik yang dipilih ialah DC , pengelasan dapat dilakukan dengan polaritas DCEP ataupun DCEN sesuai kebutuhan. Untuk mencapai hasil pengelasan yang maksimal polaritas yang digunakan adalah terbalik (DCRP), karena dengan polaritas terbalik kecepatan pencairan logam lebih bagus, penetrasi yang dihasilkan lebih dalam serta bagus dalam pembersihan lapisan oksida logam.



#### II.2.1.4. Mesin Pengumpan Elektrode

Mesin pengumpan elektrode berfungsi sebagai pengumpan elektrode dari gulungan elektrode ke *welding gun*. Komponen utama mesin pengumpan adalah panel pengontrol yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan pengumpanan elektrode, sebagai pengatur aliran gas serta dapat digunakan untuk mengatur aliran air pendingin pada *welding gun*.



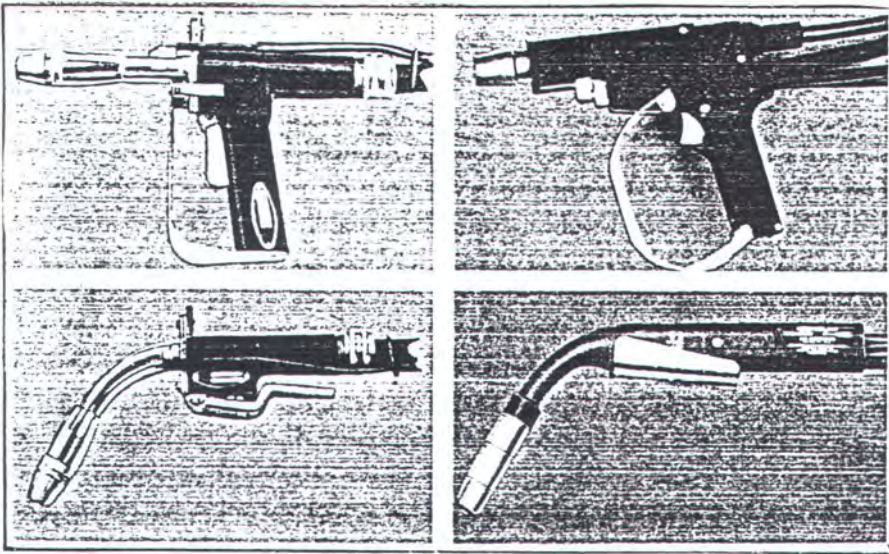
Gambar 2.11 Mesin pengumpan elektrode dan sebuah panel pengontrol

(Giachino, 1968)

#### II.2.1.5. Welding Gun

Welding gun berfungsi untuk mengumpankan elektrode, mengalirkan gas pelindung beserta arus pengelasan ke daerah pengelasan. Pada pengelasan yang menggunakan arus kurang dari 200 Ampere, welding gun didinginkan oleh aliran gas pelindungnya, sedangkan untuk pengelasan dengan arus  $> 200$  A didinginkan oleh air. Welding gun dapat dibedakan menjadi dua tipe, *push*(tekan) dan *pull* (tarik). Pada tipe tarik mempunyai mekanisme penarik elektrode dari mesin pengumpan dan tipe tekan mempunyai mekanisme pendorong elektrode yang

terdapat pada mesin pengumpan elektrode. *Pull welding gun* biasa digunakan pada pengelasan dengan elektrode berdiameter kecil dan halus, seperti almuunium dan magnesium. Sedangkan tipe *push* untuk pengelasan dengan elektrode berdiameter besar dan keras seperti karbon dan stainless steel dengan arus 250 Ampere.



Gambar 2.12 Tipe – tipe *welding gun* las MIG (Giachino, 1968)

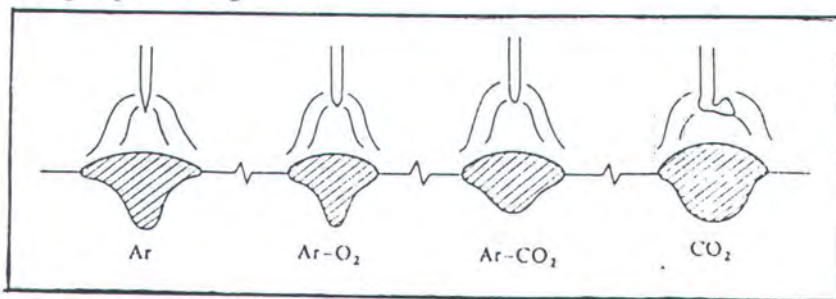
#### II.2.1.6. Gas Pelindung

Pengaruh udara dalam proses pengelasan berakibat turunnya mutu las-lasan, karena bereaksinya elemen udara dengan logam cair. Udara bebas mengandung 21% oxygen, gas Nitrogen, 0,94% Argon, air dan 0,04%gas lain. Dari elemen-elemen udara di atas, nitrogen, oksigen dan uap air sangat berpengaruh pada hasil pengelasan. Oksigen mempunyai daya reaksi yang cukup kuat dengan elemen lain dari logam membentuk oksida dan gas yang dapat mengurangi sifat mekanik logam. Pada saat pendinginan oksigen bebas di sekitar



lasan, akan mengikat karbon dari logam membentuk monoxide yang dapat menyebabkan terjadinya porosity. Pada saat ini pula nitrogen dapat terserap membentuk nitrit, hal ini mengakibatkan naiknya tegangan yield material, turunnya *ductility base metal* serta menyebabkan *porosity* pada *base metal*. Sedangkan Hidrogen lebih berpengaruh pada sifat deposit las. Hal ini terjadi pada saat logam sudah mencair, karena daya ikatnya tinggi hidrogen terperangkap pada base metal dan tidak bisa keluar pada saat material mulai dingin. Akibatnya adalah timbulnya retak, *underhead cracking* dan *fish eyes*. Oleh karena itu hasil lasan perlu dilindungi dengan material tertentu. Menurut Politeknik Perkapalan ITS (1992a) usaha untuk melindungi hasil lasan selama proses berlangsung antara lain dengan menggunakan gas pelindung yang disemburkan di sekitar daerah pengelasan. Pada pengelasan MIG gas yang biasa digunakan adalah Argon, karena argon tidak dapat bereaksi hampir dengan semua elemen udara.

Penggunaan Argon bertujuan untuk menghindarkan oksigen dan kontaminan pada *molten metal* (logam cair). Dengan menggunakan Argon, hasil lasan yang didapat lebih sedikit percikannya. Karena potensial ionisasinya rendah, voltase pengelasan yang digunakan lebih kecil dengan penetrasi dangkal. Pada gambar 2.13 ditunjukkan perbandingan penetrasi yang dihasilkan antara beberapa penggunaan gas pelindung



Gambar 2.13. Tipe penetrasi beberapa gas pelindung (Okumura, 1994)



Menurut (Giachino, 1968) gas pelindung Argon digunakan untuk mengelas almunium, cooper, nickel, titanium, low alloy steel, carbon steel dan stainless steel. Berikut ini tabel perbandingan penggunaan gas pelindung untuk pengelasan beberapa material.

**Tabel 2.3 Gas pelindung pada las MIG (Giachino, 1968)**

Material	Gas Pelindung	Keterangan
Aluminium alloys	Argon	Dengan arus DCRP lapisan oksida dapat dihilangkan
Stainless Steel	Argon + 1%O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> mengurangi <i>undercut</i> pada polaritas terbalik (DCRP)
	Argon + 5%O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> meningkatkan stabilitas <i>arc</i> pada DCSP
Magnesium	Argon	Dengan arus DCSP lapisan oksida dapat dihilangkan
Copper	Argon	Dapat menaikkan <i>heat input</i>
Low Carbon steel	Argon + 2%O <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> mengurangi <i>undercut</i> dan mengurangi oksidasi
Monel	Argon	-
Titanium	Argon	Mengurangi HAZ
Silicon bronze	Argon	Mengurangi crack
Aluminium bronze	Argon	Penetrasinya minimal, biasa digunakan untuk surfacing material.

### II.3. KONSEP DATABASE

*Database* adalah kumpulan beberapa data yang berbentuk tabel, dimana pada tiap tabel terdapat *record* yang tersimpan pada perangkat keras serta digunakan perangkat lunak untuk memanipulasinya (Jogiyanto, 1989) atau dengan kata lain database adalah sekelompok informasi yang diorganisasikan menurut jenisnya dalam bentuk tabel (Pramono. D, 1998). Tabel adalah sebuah file yang

menampung data dalam kelompok tertentu yang saling berkaitan satu dengan lainnya. Meskipun telah dipisahkan terhadap jenis yang berlainan, suatu tabel biasanya masih memiliki keterkaitan informasi dengan tabel lainnya. Untuk mewujudkan keterkaitan antar tabel ini muncullah konsep relational database, yang didasarkan pada jenis field serta record yang sama pada beberapa tabel.

Menurut Pramono (1999 b) konsep-konsep dasar yang ada pada suatu *Relational Database* adalah sebagai berikut :

- **Tabel.** Tabel adalah sebuah *file* yang menampung data-data dalam kelompok tertentu di mana antara kelompok satu dengan lainnya saling terkait. Misalnya data elektrode pengelasan las busur MIG, bisa disusun berdasarkan nama produsennya, seperti ESAB dan KOBELCO. Pada tabel ini terdapat field yang sama yaitu spesifikasinya berdasarkan AWS D1.1. Kesamaan field inilah yang mendasari suatu relational database.



Gambar 2.14. Hubungan tabel filer material berdasarkan spesifikasi

- **Record** adalah sekelompok data lengkap dalam sebuah tabel yang menampung satu kesatuan (unit) data yang disebut *record*. Misalnya tabel hubungan material induk dengan *filler material* untuk pengelasan MIG, mempunyai data berupa nama material induk dan spesifikasi filler material yang digunakan.



- **Field.** Baris-baris *record* dirinci ke dalam kolom-kolom agar penataannya lebih sistematis.
- **Domain.** Yang dimaksud dengan *domain* adalah jangka (*range*) nilai suatu *field*.
- **Primary Key** digunakan untuk membedakan satu *record* dengan *record* lainnya.
- **Foreign Key.** Pada sebuah tabel, bisa jadi mengandung *record* yang merupakan *primary key* dari tabel yang lain. Dalam kasus ini, tabel tersebut disebut dengan *foreign key*.

**Integrity** adalah aturan main yang harus ditaati dalam pemakaian *database* yang bisa dibangun sendiri dan bisa diberlakukan pada hal-hal tertentu, seperti aturan pengisian tipe data. Sebagai contoh pada tabel filer material data yang harus diisikan pada field spesifikasi harus mempunyai format **AWS A5.XX**. Apabila diisikan data data dengan format bebas, maka data tidak akan tersimpan sampai format penulisannya benar sesuai dengan format yang kita tentukan.

Menurut Jogiyanto (1989) dalam menyusun suatu *database*, data mempunyai jenjang dari karakter-karakter (*characters*) sebagai bagian terkecil dari *database*, item data (*data item* atau *field*), *record*, *file* dan kemudian *database*, seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.15. Struktur jenjang data dalam database (Jogiyanto, 1989)



## II.4. KONSEP PEMROGRAMAN

Untuk dapat mengembangkan suatu perangkat lunak yang berkualitas dibutuhkan suatu prosedur dan perencanaan yang baik. Pelaksanaan prosedur dan perencanaan saja tidak dapat menjamin terbebasnya pengembangan suatu perangkat lunak dari kesalahan dan permasalahan-permasalahan, tetapi tetap juga tergantung pada perancang. Menurut Jogiyanto (1994) hal ini disebabkan oleh terbatasnya pengalaman, kepandaian ataupun juga ketelitian dari setiap perancang.

Oleh karena itu agar pengembangan perangkat lunak dapat berhasil, perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pendefinisian masalah, bertujuan untuk menghasilkan informasi yang sesuai dengan kebutuhan. Pendefinisian masalah ini meliputi penentuan kebutuhan keluaran (*output*) serta kebutuhan masukan (*input*).
  2. Pemilihan bahasa pemrograman dipengaruhi oleh tipe permasalahan yang akan dipecahkan, tingkat kesulitan dari permasalahan yang dihadapi, penguasaan bahasa pemrograman, jenis bahasa pemrogramannya ataupun kemampuan dari bahasa pemrograman yang digunakan.
  3. Merancang program, agar perancangan dapat dilakukan dengan mudah maka dilakukan pemilahan permasalahan besar dan rumit menjadi beberapa masalah yang kecil dalam bentuk modul-modul.
  4. Pemrograman atau membuat program dengan menulis kode program secara terstruktur.
-

5. Pengetesan dan pelacakan kesalahan program, pengujian dilakukan pada tiap modul yang kemudian diteruskan dengan pengujian secara keseluruhan.
6. Pendokumentasian program, berupa pencatatan tujuan program, logika yang digunakan, bentuk input yang digunakan, bentuk keluaran yang dihasilkan serta cara penggunaannya.

Satu hal yang tidak boleh dilupakan dalam merancang suatu perangkat lunak adalah bentuk tampilan, baik itu bentuk masukan ataupun bentuk tampilan keluaran. Menurut Ardian (1997) bentuk tampilan yang bagus saat ini adalah bentuk tampilan perangkat lunak yang memiliki antarmuka grafis seperti layaknya Microsoft Windows. Oleh karena itu dalam pengembangan aplikasi database dalam penentuan prosedur pengelasan las busur MIG digunakan bahasa pemrograman *Borland Delphi 4.0* yang mempunyai fasilitas pemrograman database, seperti SQL, *Borland Database Engine* serta Database desktop. Dengan adanya komponen visual, SQL, *Borland Database Engine* serta Database desktop pada *Borland Delphi 4.0* aplikasi database semakin mudah dibuat.

## **II.5. BAHASA PEMROGRAMAN**

### **II.5.1. Borland Delphi 4.0**

Delphi 4.0 adalah perangkat pengembang untuk membangun program aplikasi berbasis Windows 95 atau NT. Delphi lahir dari pengaruh perkembangan pemrograman visual yang selama ini menjadi trend para programmer

---



Bahasa pemrograman yang digunakan Delphi adalah Object Pascal yang dikembangkan dari bahasa Pascal. Sejak pertama kelahirannya Delphi di juluki sebagai RAD (*Rapid Application Development*) , yaitu perangkat pengembang yang mampu dengan mudah dan cepat menghasilkan program aplikasi.

Delphi mempunyai fasilitas cukup luas, mulai dari fungsi untuk membuat form hingga fungsi untuk menggunakan beberapa format file basis data yang populer (dBASE, Paradox dan sebagainya). Fasilitas utama Delphi terdiri dari palette, code editor, form serta object inspector. Palette adalah inventori visual dari visual component library delphi yang terbagi menjadi beberapa grup, yaitu standard, additional, win32, system, internet, data access, data control, qreport, dialogs, win31, samples dan activeX. Keunggulan dari fasilitas-fasilitas Delphi adalah:

- Komponen yang dapat dipakai ulang dan dapat dikembangkan dengan menggunakan Delphi pula. Komponen ini meliputi komponen button, komponen database, komponen menu, komponen dialog, komponen label, group box, combo box, list box, panel dan lain lainnya.
  - Kemampuan mengakses objek-objek Visual Basic.
  - Template aplikasi dan template form.
  - Lingkungan pengembangan komponen.
  - Program yang terkompilasi, setiap aplikasi yang dikembangkan dengan menggunakan Delphi akan secara otomatis dibuat file exe nya.
-



- Kemampuan mengakses data dalam bermacam – macam format. Dalam Delphi terdapat *Borland Database Engine* (BDE) yang dapat digunakan untuk mengakses format file data yang ada. Jika dibandingkan dengan Microsoft ODBC, BDE lebih unggul karena bentuk dari BDE hampir mendekati format database.
- Adanya komponen SQL yang dapat digunakan untuk memanipulasi tabel yang saling berhubungan.

Secara umum dalam lingkungan kerja Delphi ada empat jendela utama yang dirancang sebagai aplikasi *multi window Single Document Interface* seperti dapat dilihat pada gambar 2.16. Satu window utama dalam Delphi mengatur beberapa window yang saling berhubungan, yaitu window Object Inspector, window Form dan window Code Editor.

Window Object Inspector merupakan window yang memberikan informasi properties form dan event yang dimiliki setiap komponen dalam form. Window Form merupakan tempat untuk mendesain awal tampilan program yang akan dibuat. Code Editor merupakan editor kode-kode program yang ditulis dalam bahasa Pascal.

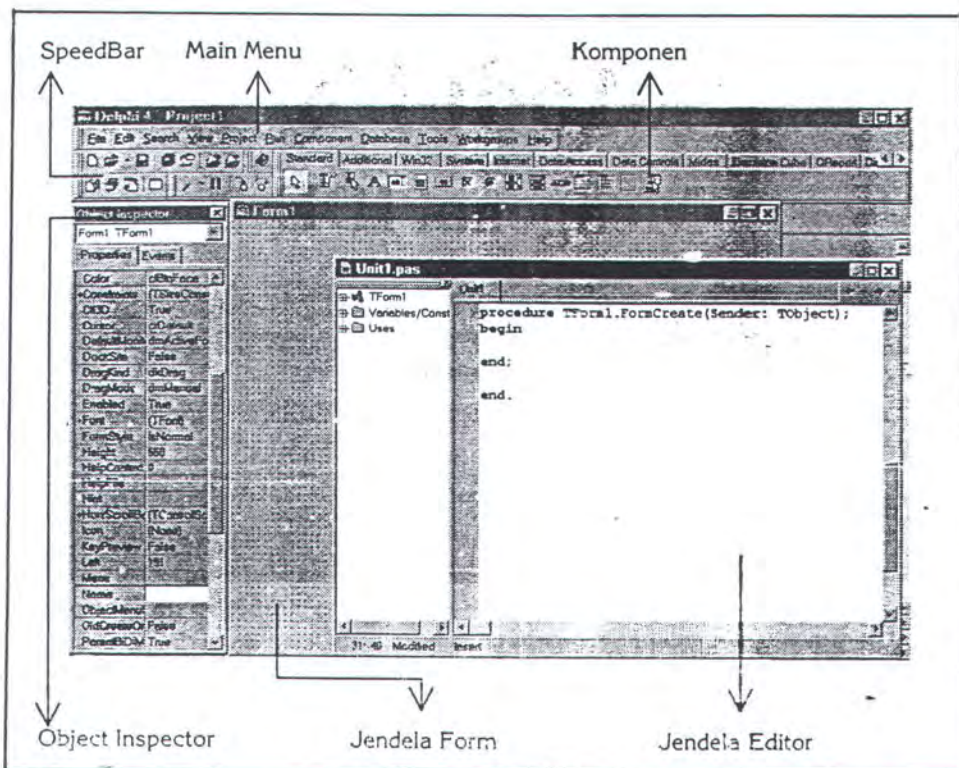
### II.5.2 SQL (*Structure Query Language*).

SQL adalah bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat dan memanipulasi beberapa tabel data yang saling berhubungan. SQL merupakan bahasa standar pada server basis data, seperti server, oracle, sybase, informix interbase dan sebagainya (Pranata, 1997). Dengan menggunakan SQL

---

penghubungan beberapa tabel dari platform yang berbeda dapat dilakukan. Disamping itu SQL dapat digunakan untuk mencari dan mengurutkan data pada tabel yang tidak memiliki indeks.

SQL merupakan bahasa pemrograman yang tidak bisa berdiri sendiri karena SQL tidak mempunyai fasilitas *looping* (seperti *repeat..until*, *while..do*) serta penyeleksian kondisi (seperti *if..then*, *case..of*) sehingga diperlukan bahasa pemrograman lain seperti *Borland Delphi 4.0*.



Gambar 2.16 Tampilan utama Delphi 4.0 (Martina. I, 1999)

## II.5.2 Database Desktop

Database desktop merupakan fasilitas delphi yang digunakan untuk membuat suatu database dalam bentuk tabel. Database desktop dapat dianggap



sebagai versi mini dari paradox atau dBASE untuk Windows. Database desktop menyediakan fasilitas untuk melihat, mengedit, mengubah struktur, mengindeks, mengurutkan, membuat query serta untuk memanipulasi tabel. Tabel yang dihasilkan oleh database desktop biasanya berbentuk tabel paradox 5 untuk windows.

Tipe field yang didukung oleh paradox 5 untuk windows adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.4 Tipe-tipe field pada paradox (Ardian. H, 1997)**

Simbol	Ukuran	Tipe	Keterangan
A	1 - 255	Alpha	Teks umum dan angka
N		Number	Floating point
\$		Money	Angka dengan tanda mata uang
S		Short	Integer 2 byte
I		Long Integer	Integer 4 byte
#	0 - 32	BCD	Bynary Code Decimal
D		Date	1 Jan 9999 SM - 31 Des 9999
T		Time	Mili detik sejak tengah malam
@		Timestamp	Kombinasi tanggal dan waktu
M	0 - 240	Memo	Teks dalam jumlah besar
F	0 - 240	Formatted Memo	Memo dengan format tertentu
G	0 - 240	Graphic	Gambar
O	0 - 240	OLE	Object Linking and Embedding
L		Logical	True/false
+		Autoincrement	Integer bertambah secara otomatis
B		Binary	BLOPS dalam file .MB
Y	1 - 255	Bytes	Data binary disimpan dalam .DB



"Sesungguhnya pada pertukaran malam dan siang itu dan pada apa yang diciptakan Allah di langit dan di bumi, benar-benar terdapat tanda (kekuasaanNya) bagi orang-orang yang bertaqwa" (QS.10 : 6)

### BAB III



## PROSEDUR PENGELASAN



---

## **BAB III**

### **PROSEDUR PENGELASAN**

#### **III.1. UMUM**

Prosedur pengelasan adalah rencana pelaksanaan pengelasan, meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai dengan rencana dan spesifikasinya (Okumura 1994). Biasanya prosedur pengelasan digunakan untuk mencatat semua elemen, variabel dan semua faktor yang menentukan dalam membuat suatu sambungan. Menurut Cary (1994) hal ini dilakukan untuk menjaga bentuk dan dimensi dengan mengendalikan distorsi yang terjadi pada saat proses pengelasan, mengurangi terjadinya tegangan sisa, meminimalkan terjadinya perubahan metalurgi yang merugikan, mendapatkan hasil lasan yang pasti dan memenuhi standar kualifikasi pengelasan.

Prosedur pengelasan memerlukan pengujian dan kualifikasi sehingga disain prosedur pengelasan yang dilakukan dapat dibuktikan, apakah telah memenuhi persyaratan standar/code tertentu. Perbedaan standar/code yang dipakai mungkin akan mempunyai beberapa persyaratan prosedur pengelasan yang agak berbeda, tetapi secara umum prosedur pengelasan terdiri dari tiga bagian sebagai berikut (Cary, H.B., 1994) yaitu :

1. Rincian penjelasan tertulis mengenai bagaimana pengelasan tersebut dibuat.

2. Gambar atau sketsa yang memperlihatkan disain sambungan dan kondisi untuk membuat tiap *pass* atau *bead*.
3. Rekaman hasil pengujian dari lasan yang dihasilkan

Variabel-variabel yang terdapat dalam prosedur pengelasan dapat dikategorikan sebagai variabel esensial dan non esensial. Variable esensial adalah faktor-faktor yang harus direkam pada proses kualifikasi dan jika terdapat perubahan, maka prosedur tersebut harus diuji dan dikualifikasi ulang, sedangkan variabel non-esensial biasanya merupakan faktor yang tidak begitu mempengaruhi terhadap hasil lasan dan jika terjadi perubahan, maka prosedur tersebut tidak memerlukan kwalifikasi ulang.

Variabel-variabel esensial yang terdapat pada prosedur pengelasan biasanya adalah sebagai berikut:

1. Proses pengelasan atau kombinasi proses,
  2. Metode aplikasi proses (manual, semi-otomatis atau otomatis),
  3. Jenis logam induk, spesifikasi atau komposisinya,
  4. Ketebalan logam induk,
  5. Persyaratan *pre-heating* dan *post weld heat treatment* dari logam induk,
  6. Posisi pengelasan,
  7. Logam pengisi dan material habis lainnya,
  8. Jenis sambungan dan lasan,
  9. Parameter listrik,
  10. Teknik pengelasan.
-



Menurut AWS (1998) perubahan variabel-variabel esensial prosedur pengelasan las busur Argon (MIG) mempunyai pengaruh pada perubahan variabel esensial sebelumnya, yaitu

1. Perubahan atau penambahan kuat tarik dan diameter elektrode yang digunakan.
2. Perubahan arus akibat perubahan diameter elektrode sebesar 10% dari arus semula.
3. Perubahan arus pengelasan yang digunakan.
4. Perubahan tegangan pengelasan akibat perubahan diameter sebesar 7% dari tegangan semula.
5. Perubahan kecepatan pengumpanan elektrode akibat perubahan diameter elektrode adalah 10% dari kecepatan pengumpanan elektrode semula.
6. Perubahan *heat input* adalah 10% dari *heat input* sebelumnya.
7. Terjadinya perubahan komposisi gas pelindung yang digunakan.
8. Perubahan kecepatan pengelasan akibat perubahan diameter elektrode adalah 25% dari kecepatan pengumpanan elektrode semula.

Yang termasuk dalam variabel-variabel non-esensial antara lain sebagai berikut:

1. Kecepatan pergerakan (*travel speed*),
-

2. Arah pergerakan (*travel progression*),
3. Diameter elektrode atau kawat pengisi,
4. Rincian disain sambungan las,
5. Penggunaan *backing* dan jenis-jenisnya.

Oleh karena itu dalam merencanakan prosedur pengelasan harus mencakup semua variabel-variabel esensial serta penjelasan tentang urutan semua pekerjaan yang akan dilakukan dengan menggunakan gambar desain sambungan. Bagian terpenting dari perencanaan prosedur pengelasan adalah perencanaan joint detail beserta tabel urutan pengelasan.

### **III.2. AWS D1.1 STRUCTURAL WELDING STEEL.**

AWS D1.1 adalah standar yang mengatur tentang penyusunan prosedur pengelasan struktur. AWS D1.1 mencakup semua keperluan yang dibutuhkan, yaitu perencanaan desain sambungan las, tahapan perencanaan prosedur pengelasan serta prakualifikasi prosedur pengelasan, kualifikasi prosedur pengelasan, proses fabrikasi sambungan las yang berisi tentang persiapan persiapan untuk melakukan pengelasan, inspeksi yaitu yang mengatur tentang identifikasi cacat las yang mungkin terjadi. Dengan menggunakan standar ini *user* atau *designer* dapat merencanakan prosedur pengelasan tanpa harus melakukan kualifikasi, karena pada AWS D1.1 diperbolehkan merencanakan prosedur pengelasan prakualifikasi (*prequalified welding procedure*). Dalam hal ini *prequalified welding procedure* digunakan sebagai acuan awal perencanaan sambungan las.

---

Dengan menggunakan *prequalified welding procedure* ini maka seorang welding enginer dapat memperkirakan biaya yang akan dikeluarkan selama proses pengelasan dilakukan. Format penulisan prosedur pengelasan menurut AWS D1.1 dapat dilihat pada lampiran.

III.3. MATERIAL INDUK

Proses pengelasan MIG dapat digunakan untuk pengelasan hampir semua logam dengan ketebalan 0.005 inci (0.13 mm) ke atas. Jenis *short-circuiting* dan *pulsed arc* digunakan untuk pengelasan material yang lebih tipis pada semua posisi. Sedangkan untuk ketebalan yang lebih besar dapat menggunakan proses *spray arch*. Menurut Cary (1994) *weld groove* dan teknik *multiple pass* membuat range ketebalan proses pengelasan ini menjadi luas. Keunggulan-keunggulan yang terdapat pada proses pengelasan ini memungkinkan pengelasan dilakukan pada material dengan yang tipis sampai yang tebal.

Tabel 3.1 Range ketebalan base metal untuk pengelasan GMAW (Cary, 1994)

Thickness	inch	.005	.015	.062	.125	3/16	1/4	3/8	1/2	3/4	1	2	4	8
	mm	.13	.4	1.6	3.2	4.8	6.4	10	12.7	19	25	51	102	203
Single pass no preheat wire				←→										
Single pass (prep)				←→										
Multiple pass					←→									

Pada dunia konstruksi baja saat ini material induk yang paling sering digunakan adalah baja karbon dan baja paduan rendah. Kebanyakan baja dapat





dilas, tetapi hasil yang memuaskan belum tentu dapat dihasilkan untuk semua grade baja. Logam dikatakan memiliki kemampulan (*weldability*) yang baik jika dapat dilas tanpa kesulitan yang tinggi atau tanpa memerlukan prosedur khusus yang mahal dan sambungan las yang dihasilkan memiliki kualitas yang disyaratkan standar. Kemampulan material induk sangat dipengaruhi oleh sifat kimia. Dari sifat mekanis dan sifat kimia material induk dapat ditentukan elektrode las yang digunakan. Penentuan kemampuan las dan pemilihan elektrode dapat dilakukan apabila spesifikasi material induk. Apabila spesifikasi material belum diketahui maka perlu dilakukan pengidentifikasian material induk.

Beberapa metode digunakan untuk mengidentifikasi dan menspesifikasikan baja, antara lain berdasarkan komposisi kimia, sifat-sifat mekanis, kemampuan memenuhi persyaratan suatu standar tertentu atau kemampuan untuk difabrikasi menjadi jenis produk tertentu. Cara yang dilakukan untuk menspesifikasikan material berdasarkan komposisi kimia, yaitu dengan memberikan batas maksimum, batas minimum atau rentang harga yang masih dapat diterima dari setiap elemen kimianya. Beberapa elemen kimiawi yang berpengaruh pada kemampulan dan sifat-sifat baja tersebut antara lain : Karbon (C), Mangan (Mn), Sulfur (S), Silikon (Si), Fosfor (P), Tembaga (Cu), Krom (Cr), Nikel (Ni) dan lain-lain.

- **Karbon (C)** merupakan elemen utama yang memberikan kekerasan pada baja. Jika kadar karbon meningkat, maka kekerasan dan kekuatan tariknya meningkat pula tetapi kekenyalan (*ductility*) dan kemampulannya menurun. Pada baja dengan kadar karbon lebih besar dari 0.25% jika laju pendinginan
-

yang terjadi cepat, maka menghasilkan material yang keras dan getas. Penambahan sejumlah kecil elemen selain karbon akan menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi tanpa mempengaruhi sifat kemampulannya. Pada umumnya kadar karbon harus kecil supaya kemampulannya tinggi.

- **Mangan (Mn)** meningkatkan kekerasan dan kekuatan, tetapi perannya kurang dibanding dengan karbon. Kadar Mn kurang dari 0.3% akan menyebabkan porositas internal dan retak, demikian pula jika kadarnya melebihi 0.8%. Untuk mendapatkan kemampulan yang baik perbandingan Mn dan S harus sekurang-kurangnya 10 : 1. Pada baja Mn akan mengikat S menjadi senyawa MnS yang sifatnya berbahaya karena menimbulkan retak panas. Pada umumnya jika kadar Mn naik akan meningkatkan laju penetrasi karbon selama karburasi dan menguntungkan untuk proses penyelesaian akhir permukaan baja karbon.
  - **Belerang (S)** digunakan untuk memberikan kemampumesinan (*machinability*) dari baja, tetapi mengurangi kekenyalan transversal, ketangguhan impak dan kemampulan. Sulfur juga mengakibatkan cepat panas (*hot short*) pada baja. Kadar sulfur yang masih pada batas toleransi adalah 0.035% (dengan kadar Mn yang cukup), sedangkan jika melebihi 0.5% akan mengakibatkan masalah yang serius. Sulfur juga akan menurunkan kualitas permukaan pada baja dengan karbon rendah dan Mn rendah. Sifat sulfur yang merugikan adalah terbentuknya senyawa besi sulfida yang menyebabkan segregasi/pemisahan, sehingga mudah terjadi retak.
-



- **Silikon (Si)** bersifat sebagai deoksidator yang ditambahkan selama pembuatan baja untuk memperoleh kehalusan. Disamping itu juga meningkatkan kekuatan dan kekerasan, tetapi perannya lebih kecil daripada Mn. Untuk mendapatkan kemampulan yang baik, kadar Si sebaiknya tidak melebihi dari 0.1%.
- **Fosfor (P)** dengan kadar yang tinggi akan meningkatkan kekuatan dan kekerasan, tetapi akan mengurangi kekenyalan dan kekuatan impak, khususnya pada baja karbon yang agak tinggi. Pada baja karbon rendah, fosfor meningkatkan kemampumesinan dan ketahanan terhadap korosi. Fosfor merupakan elemen yang menyebabkan ketidakmurnian (*impurities*), sehingga kadarnya harus dijaga sekecil mungkin. Dengan kadar yang melebihi 0.04% akan menyebabkan lasan menjadi getas dan cenderung untuk terjadi retak. Fosfor juga menyebabkan tegangan permukaan yang rendah pada cairan logam las, sehingga pada proses pengelasannya sulit untuk dikendalikan.
- **Tembaga (Cu)** meningkatkan ketahanan terhadap korosi jika kadarnya sedikitnya 0.15%. Jika kadarnya melebihi 0.5% akan mengurangi sifat-sifat mekanisnya.

Spesifikasi material berdasarkan sifat mekanis, biasanya dilakukan dengan uji mekanis yang mengacu pada beberapa standar pengujian material seperti ASTM, ASME, API dan lain-lain. Pengujian mekanis yang umum digunakan adalah uji tekuk (*bending test*), uji pukul (*impact test*), uji tarik (*tensile test*) dan uji kekerasan (*hardness test*).

---



- **Silikon (Si)** bersifat sebagai deoksidator yang ditambahkan selama pembuatan baja untuk memperoleh kehalusan. Disamping itu juga meningkatkan kekuatan dan kekerasan, tetapi perannya lebih kecil daripada Mn. Untuk mendapatkan kemampulan yang baik, kadar Si sebaiknya tidak melebihi dari 0.1%.
- **Fosfor (P)** dengan kadar yang tinggi akan meningkatkan kekuatan dan kekerasan, tetapi akan mengurangi kekenyalan dan kekuatan impak, khususnya pada baja karbon yang agak tinggi. Pada baja karbon rendah, fosfor meningkatkan kemampumesinan dan ketahanan terhadap korosi. Fosfor merupakan elemen yang menyebabkan ketidakmurnian (*impurities*), sehingga kadarnya harus dijaga sekecil mungkin. Dengan kadar yang melebihi 0.04% akan menyebabkan lasan menjadi getas dan cenderung untuk terjadi retak. Fosfor juga menyebabkan tegangan permukaan yang rendah pada cairan logam las, sehingga pada proses pengelasannya sulit untuk dikendalikan.
- **Tembaga (Cu)** meningkatkan ketahanan terhadap korosi jika kadarnya sedikitnya 0.15%. Jika kadarnya melebihi 0.5% akan mengurangi sifat-sifat mekanisnya.

Spesifikasi material berdasarkan sifat mekanis, biasanya dilakukan dengan uji mekanis yang mengacu pada beberapa standar pengujian material seperti ASTM, ASME, API dan lain-lain. Pengujian mekanis yang umum digunakan adalah uji tekuk (*bending test*), uji pukul (*impact test*), uji tarik (*tensile test*) dan uji kekerasan (*hardness test*).

---

ini diperlukan prosedur khusus, yaitu pemberian preheating, interpass temperature dan stres relieving, dimana suhu yang diperlukan tergantung pada kadar karbon dan elemen paduan lainnya, bentuk dan ukuran dari baja tersebut.

- **Baja paduan rendah** merupakan baja yang dipadukan dengan sejumlah kecil elemen-elemen seperti Nikel (Ni), Krom (Cr), dan Molybdenum (Mo) untuk meningkatkan kekuatan, kekerasan ketangguhan atau untuk ketahanan terhadap panas, korosi dan kondisi lingkungan lainnya. Dengan peningkatan sifat-sifat di atas, akan mempengaruhi kemampulan dan sifat pengerjaan lainnya. Secara umum pengelasan material baja paduan rendah harus dilakukan dengan mengontrol prosedur dan pemilihan filler metal dengan hati-hati.

AWS tidak menulis spesifikasi secara detil material baja untuk struktur, tetapi memberikan informasi umum mengenai hal tersebut dari beberapa standar seperti ASTM, API dan ABS. Untuk mengetahuinya secara detil, standar material seperti ASTM, API dan ABS memberikan spesifikasi material-material tersebut, baik berupa sifat-sifat mekanis maupun komposisi kimianya. Kebanyakan material-material yang tercantum dalam standar AWS memiliki kemampulan (*weldability*) cukup baik, hanya beberapa saja yang memerlukan prosedur khusus seperti batas masukan panas, suhu minimum *preheat* dan suhu antar lapis.

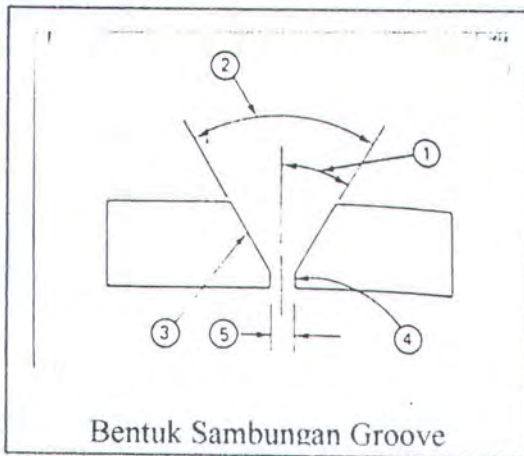


ini diperlukan prosedur khusus, yaitu pemberian preheating, interpass temperature dan stres relieving, dimana suhu yang diperlukan tergantung pada kadar karbon dan elemen paduan lainnya, bentuk dan ukuran dari baja tersebut.

- **Baja paduan rendah** merupakan baja yang dipadukan dengan sejumlah kecil elemen-elemen seperti Nikel (Ni), Krom (Cr), dan Molybdenum (Mo) untuk meningkatkan kekuatan, kekerasan ketangguhan atau untuk ketahanan terhadap panas, korosi dan kondisi lingkungan lainnya. Dengan peningkatan sifat-sifat di atas, akan mempengaruhi kemampulan dan sifat pengerjaan lainnya. Secara umum pengelasan material baja paduan rendah harus dilakukan dengan mengontrol prosedur dan pemilihan filler metal dengan hati-hati.

AWS tidak menulis spesifikasi secara detil material baja untuk struktur, tetapi memberikan informasi umum mengenai hal tersebut dari beberapa standar seperti ASTM, API dan ABS. Untuk mengetahuinya secara detil, standar material seperti ASTM, API dan ABS memberikan spesifikasi material-material tersebut, baik berupa sifat-sifat mekanis maupun komposisi kimianya. Kebanyakan material-material yang tercantum dalam standar AWS memiliki kemampulan (*weldability*) cukup baik, hanya beberapa saja yang memerlukan prosedur khusus seperti batas masukan panas, suhu minimum *preheat* dan suhu antar lapis.

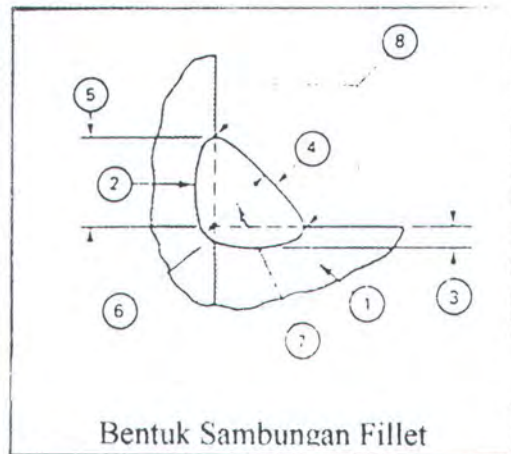
---



Bentuk Sambungan Groove

**Keterangan****gambar :**

- (1) Sudut bevel
- (2) Sudut groove
- (3) Groove face
- (4) Root face
- (5) Root opening



Bentuk Sambungan Fillet

**Keterangan****gambar :**

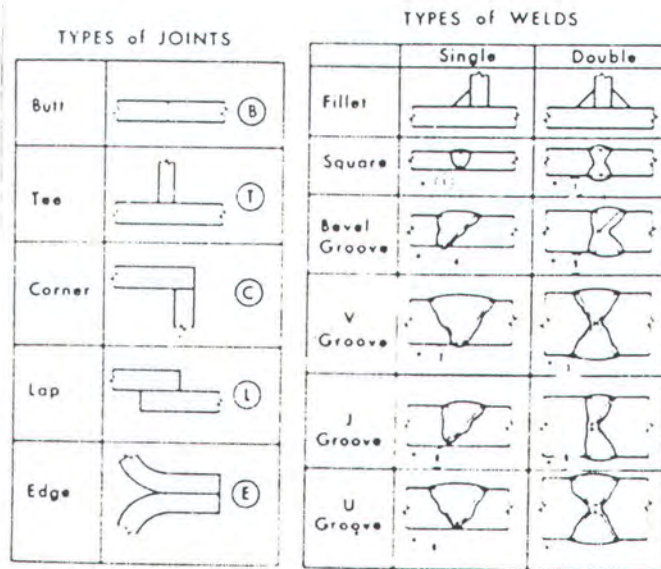
- (1) Base metal
- (2) Bond line
- (3) Depth of fusion
- (4) Face of weld
- (5) Leg of fillet weld
- (6) Root of weld
- (7) Throat of fillet weld
- (8) Toe of weld

**Gambar 3.1 Bentuk sambungan groove dan fillet (Cary, H.B., 1994)**

Karena adanya pertimbangan kekuatan dan ekonomi, maka dari dua tipe bentuk sambungan las ini dikembangkan menjadi *square butt joint*, *single vee butt joint*, *single U butt joint*, *double vee butt joint*, *double U butt joint*, *square tee joint*, *single bevel tee joint*, *single J tee joint*, *double bevel tee joint*, *double J tee joint* (Giachino, 1968).

*Square butt joint* digunakan pada material dengan ketebalan maksimum 3/8 Inch, terjadi penetrasi penuh. Tipe sambungan ini sangat kuat terhadap beban tekan murni/*static tension* tanpa beban bending dirootnya. Sambungan ini tidak dapat digunakan pada struktur yang menerima beban *impact*, *fatigue* serta beban *impact* pada temperatur rendah.





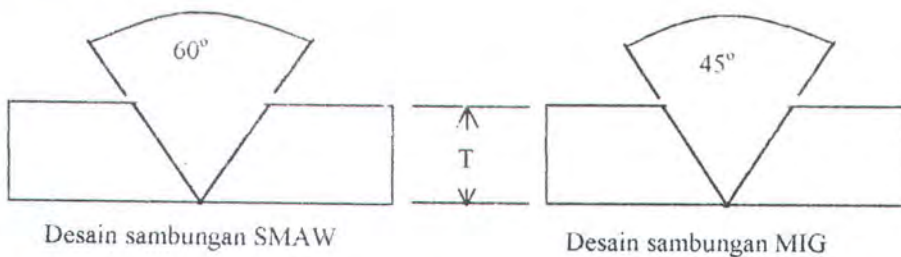
Gambar 3.2 Tipe-tipe sambungan

*Single vee butt joint* digunakan pada material dengan ketebalan lebih besar dari  $3/8$  Inch. Tipe sambungan ini lebih banyak memakan elektrode, sangat kuat terhadap beban statis tetapi tidak kuat terhadap beban majemuk. *Double vee butt joint* dapat digunakan untuk semua jenis beban. Dengan pengelasan peneterasi penuh didapat kekuatan las maksimum. Pemakanan elektrode lebih banyak daripada *single vee butt*, hal ini dapat diatasi dengan pengelasan pada tiap sisinya secara bergantian.

*Single U butt joint* dapat digunakan pada sambungan dengan beban yang bervariasi. Digunakan pada ketebalan material  $1/2$  Inch sampai  $3/4$  Inch. *Double U butt joint* digunakan pada material dengan ketebalan  $3/4$  Inch atau lebih.

*Single bevel tee joint* digunakan pada sambungan tee dengan ketebalan lebih kecil atau sam dengan  $\frac{1}{2}$  Inch. Pengelasan dilakukan pada satu sisi. *Double bevel tee joint* mampu menaahan beban *longitudinal shear* ataupun *tranverse shear*. *Single J tee joint* digunakan pada material dengan ketebalan lebih atau samadengan 1 Inch. Pengelasan dilakukan pada satu sisi. *Double J tee joint* digunakan pada material dengan ketebalan lebih dari atau samadengan  $1 \frac{1}{2}$  Inch, pengelasan dilakukan pada dua sisi.

Menurut Cary (1994) desain sambungan pada proses pengelasan MIG dapat diadopsi dari desain sambungan proses pengelasan SMAW. Karena adanya perbedaan bentuk elektrode, maka perlu adanya modifikasi pada groovenya untuk memaksimalkan faktor ekonomi dan efisien sambungan las. Modifikasi desain sambungan ini biasanya dilakukan dengan semakin memperkecil sudut bevel dari material yang akan disambung. Walaupun sudut *groove* dikurangi, namun elektroda dapat tetap diarahkan ke *root*, sehingga penetrasi yang sempurna tetap dapat dihasilkan.



**Gambar 3.3** Perbedaan desain sambungan las SMAW dan MIG (Cary, 1994)



### III.5. CONSUMABLE MATERIAL

Ada dua material terumpan yang digunakan pada mesin las MIG, yaitu elektrode dan gas pelindung. Dalam menyusun prosedur pengelasan pemilihan dua material merupakan suatu tahapan penting dimana tegangan tarik elektrode harus lebih besar daripada tegangan tarik material induk dan gas pelindung yang digunakan sangat ditentukan oleh logam induk yang dilas, elektrode yang digunakan, posisi pengelasan serta hasil lasan yang diinginkan.

Menurut Carry (1994) ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan material terumpan, yaitu :

1. Material induk yang akan di las, berupa sifat kimia dan sifat mekanisnya.
2. Ketebalan material induk, semakin tebal material induk yang dilas semakin rumit perencanaan sambungan serta membutuhkan elektrode dengan hasil lasan *ductile*.
3. Permukaan logam induk .
4. Spesifikasi yang digunakan, digunakan untuk menentukan elektrode berdasarkan material induk yang dilas.

Beberapa asosiasi pengelasan telah menyediakan spesifikasi elektrode yang digunakan pada pengelasan MIG, diantaranya AWS, JIS, DIN dan lain lainnya. Menurut klasifikasi AWS, elektrode untuk *carbon steel* dan *low alloy steel* ditulis **ERXXS-Y**. **E** berarti elektrode, **R** berarti rod, **XX** menunjukkan tegangan tarik elektrode, **S** berarti solid sedangkan **Y** pada akhir penulisan menunjukkan komposisi kimia elektrode serta gas pelindung yang digunakan.

---

### III.5.1. Kawat Las (Elektrode)

Menurut politeknik perkapalan ITS (1992a) pemilihan elektroda las MIG untuk pengelasan bermacam-macam material logam menurut tergantung pada:

- Komposisi dari bahan induk , dengan mengetahui komposisi kimia material induk yang akan dilas maka penentuan elektrode yang dipakai sedikit-tidaknya mempunyai komposisi yang hampir sama .
- Sifat-sifat mekanik dari bahan dasar, sebagai pembanding dimana tegangan tarik elektrode harus lebih besar dari tegangan tarik material induk.
- Gas Pelindung yang dipakai
- Spesifikasi dari pekerjaan
- Tipe dan jenis sambungan, sebagai penentu diameter elektrode yang dipakai.

Untuk pengelasan bahan *ferrous*, elektrode yang dipakai harus diberi tambahan elemen elemen lain pada saat pembuatannya untuk mendapatkan sifat-sifat mekanik yang diinginkan, juga ditambahkan pula elemen-elemen sebagai *deoxidizer*. Adapun elemen-elemen tambahan itu antara lain adalah:

- **Silikon.** Sebagai elememen *deoxidizer* silikon ditambahkan ke dalam elektroda antara 0.4%-1.0% tergantung pada pemakaiannya. Silikon merupakan *deoxidizer* yang baik dan menambah persentase Silikon akan menambah kekuatan dan mengurangi sedikit *ductility* dan *toughness*. Namun penambahan lebih dari 1.2% akan mengakibatkan hasil pengelasan semakin sensitif terhadap *crack*.
-



- **Mangan.** Umumnya Mangan juga digunakan sebagai *deoxidizer* dan penambah kekuatan. Persentase pada elektrode *mild steel* antara 1%-2%. Mangan juga mengurangi kepekaan hasil pengelasan terhadap *hot crack*
- **Aluminium, Titanium dan Sircenium.** Elemen-elemen ini merupakan *deoxidizeer* yang sangat kuat. Penambahan elemen-elemen ini ke dalam elektroda sangat kecil, biasanya tidak lebih dari 0,2%.
- **Karbon.** Biasanya untuk kawat las *steel* mengandung karbon antara 0.05% sampai 0.12%. Persentase ini cukup agar *ductility* dan *toughness* tidak berkurang, dan supaya tidak terjadi *porosity*, khususnya apabila menggunakan gas CO<sub>2</sub> sebagai pelindung. Bila persentase karbon pada elektroda maupun *base metal* lebih dari 0.12%, maka hasil pengelasan akan kehilangan karbon karena terbentuknya CO. Hal ini akan mengakibatkan adanya *porosity* pada hasil pengelasan, namun penambahan *deoxidizer* dapat membantu menghilangkan kejadian ini.
- **Elemen-elemen lain.** Nikel, Chrom dan Keleybden selalu ditambahkan pada elektroda MIG untuk meningkatkan sifat-sifat mekanis dan tahan korosi. Pada *carbon steel electrode* dipakai dalam persentase kecil untuk meningkatkan kekuatan dan *toughness* pada deposit las. Sedangkan pada elektroda untuk *stainless steel* persentase ini besar.

Sedangkan untuk pengelasan *basemetal non ferrous* seperti aluminium dan aluminium alloy, elektrode harus ditambah dengan magnesium, mangan, zinc, silikon dan copper hal ini dilakukan untuk menambah kekuatan logam aluminium murni. Untuk pengelasan copper dan copper alloy elemen yang perlu



ditambahkan adalah silikon, tin, nikel serta aluminium guna mendapat sifat mekanik yang diinginkan.

### III.5.2. Gas Pelindung

Menurut Cary (1994) penentuan gas pelindung tergantung pada jenis material induk, elektrode, posisi pengelasan serta hasil lasan yang diinginkan. Untuk pengelasan aluminium, cooper, nikel, titanium, low alloy steel, carbon steel dan stainless steel gas argon ataupun campuran antara gas argon dengan oksigen ataupun dengan karbondioksida digunakan sebagai pelindung.

Menurut Cary (1994) penentuan gas pelindung dapat mengacu pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.2 Petunjuk pemilihan gas pelindung (Cary, 1994)

Metal transfer	Short Circuit	Spray	Pulsed Spray
Shielding Gas	CO <sub>2</sub> atau Ar + CO <sub>2</sub>	Ar + (1-5%) O <sub>2</sub>	Ar + (1-5%) O <sub>2</sub>
Basemetal	Low Carbon, Medium -Carbon, Low alloy and Stainless Steel	Low Carbon, Medium -Carbon, Low alloy	Aluminium, Nikel, Steel, Nikel alloys
Thickness	0.038" – 0.25"	0.25" – 0.5" to unlimited	Thin to unlimited
Position	All Position	Flat, horisontal and all position	All position
Advantage	Clean up process on thin material	Smooth surface deep penetration and high travel speed	Uses large electrode
Appearance of weld	Smooth surface – minor spatter	Smooth surface – minimum spatter	Smooth surface – minimum spatter
Electrode diameter	0.03", 0.035", 0.045"	0.035", 0.045", 1/16 " , 3/32"	1/16", 5/64", 3/32", 1/8"



### III.6. ARUS PENGELASAN

Menurut Giachino (1971), penggunaan arus pada setiap diameter elektroda *wire* harus memiliki *range* yang luas, sehingga memungkinkan terjadinya pengelasan logam dengan ketebalan bervariasi tanpa harus mengganti diameter *wire*. Besar arus yang dipilih harus cukup tinggi untuk mendapatkan penetrasi yang diinginkan tanpa menyebabkan *cold lapping*, selain itu besar arus juga harus cukup rendah agar tidak terjadi cacat *undercutting* dan *burn thorugh*.

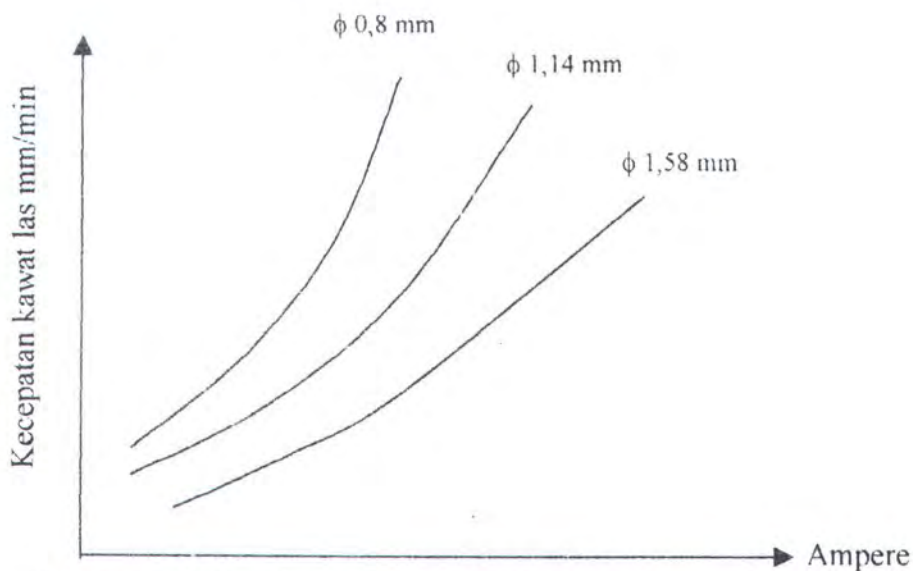
Menurut Cary (1994), proses pengelasan MIG menggunakan arus searah. Arus bolak-balik tidak memberikan hasil yang baik untuk proses pengelasan ini. Arus searah digunakan dengan polaritas balik, yaitu elektroda positif (DCEP) atau DC *reserve polarity* (DCRP). Polaritas searah atau elektroda negatif (DCEN) atau DCSP dapat digunakan dengan elektroda *wire* berlapis *emissive* khusus yang dapat membuat emisi elektron lebih baik. DCEN jarang digunakan karena pemakaian elektroda jenis ini tidak populer, disamping itu penetrasi yang dihasilkan kurang.

Jenis pengelasan busur pendek menjadi populer ketika mesin las sistem voltase konstan diperkenalkan. Sistem ini mengurangi kerumitan sirkuit kontrol pengumpanan *wire* dan mengurangi efek *electrode burn back* pada ujung kontak atau *stubbing* pada pengelasan. Sistem ini juga menyebabkan penyalaan busur menjadi lebih mudah. Jenis arus pulsa (*pulsed-current*) membutuhkan mesin las khusus yang dapat merubah arus dari arus rendah menjadi arus tinggi sampai dua kali lipat dalam frekwensi 50 atau 60 Hz dan 100 atau 120 Hz. Besar arus dapat

---

bervariasi dari 20 Ampere dengan voltase 18 Volt sampai sebesar 750 Ampere dengan voltase 50 Volt.

Menurut (Politeknik perkapalan ITS, 1992a) dalam proses pengelasan MIG, besar arus pengelasan langsung berhubungan dengan kecepatan las, sehingga penambahan atau pengurangan kecepatan kawat las berbanding lurus dengan besar arus pengelasan. Pada gambar 3.4 ditunjukkan perbandingan kecepatan kawat las dengan besar arus pengelasan untuk elektrode ER70S-3.



Gambar 3.4 Perbandingan kecepatan las dan besar arus pengelasan  
(Politeknik perkapalan ITS, 1992a)

### III.7. VOLTASE

Tegangan busur yang dibutuhkan pada pengelasan tergantung dari jenis elektrode yang dipakai. Voltase busur diukur dari ujung elektroda dengan benda kerja. Voltase mempunyai pengaruh yang penting terhadap proses pemindahan logam (metal transfer) yang diinginkan. Sebagai contoh, *short arc welding* membutuhkan voltase yang lebih tinggi.



### III.8. KECEPATAN PENGELASAN

Kecepatan pengelasan tergantung dari bahan induk, jenis elektrode, ketelitian sambungan, geometri sambungan dan diameter elektrode yang dipakai. Perubahan tegangan pada busur tidak mempunyai pengaruh yang cukup besar pada kecepatan pengelasan, tetapi perubahan arus akan mengakibatkan perubahan kecepatan yang berbanding lurus. Maka agar pengelasan dapat dilakukan dengan cepat perlu digunakan arus yang tinggi. Kecepatan pengelasan ini dapat ditinjau dari tiga segi yaitu :

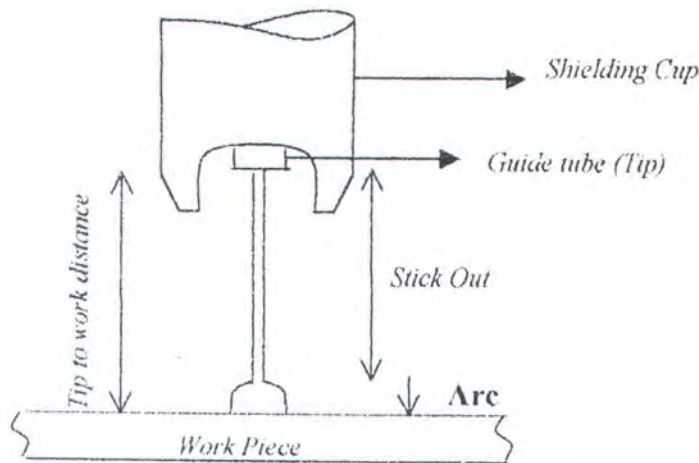
1. Menurut panjang deposit tanpa mempertimbangkan luas maupun tebal deposit.
2. Menurut luas deposit tanpa mempertimbangkan tebal deposit.
3. Menurut jumlah isi deposit yang diperoleh.

Pada pengelasan dengan arus tetap, kecepatan pendepositan menurut isi adalah tetap, daerah yang terpengaruh panas akan lebih sempit dan pendinginan akan lebih cepat.

### III.9. STICK OUT ELECTRODE

*Stick out electrode* adalah jarak antar ujung tip ke ujung elektrode. Pengaruh panjang *stick out electrode* adalah pada pemanasan elektrodanya sendiri ( $I^2R$ ). Apabila jarak ujung tip ke benda kerja bertambah maka  $I^2R$  bertambah dan amper untuk mencairkan elektrode berkurang.

---



Gambar 3.5 Stick out electrode (Politeknik perkapalan ITS, 1992a)

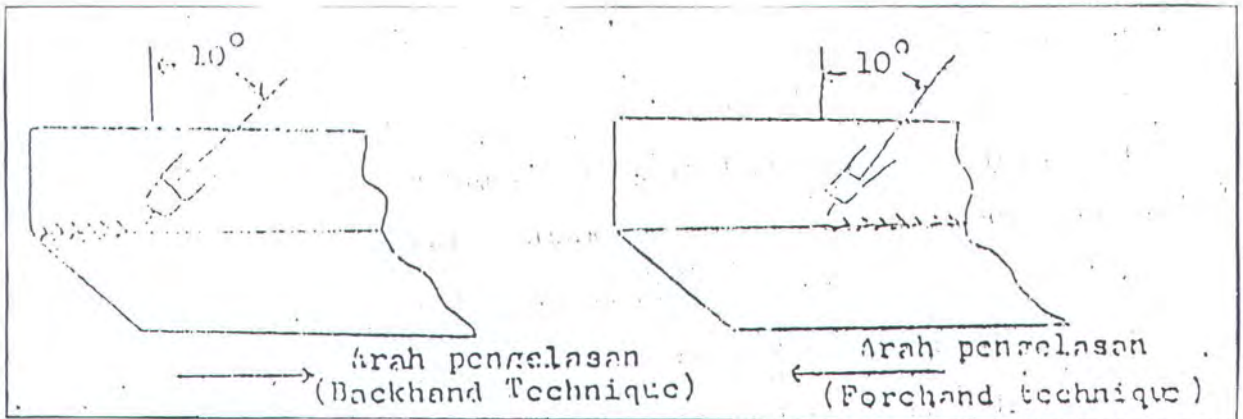
Oleh karena itu pengontrolan jarak tip ke benda kerja perlu dilakukan dengan teliti mengingat makin bertambahnya jarak tip, timbul pencairan kawat las dengan amper yang kecil. Hal ini menyebabkan penembusan dan bentuk lasan yang jelek serta semakin berkurangnya kestabilan busur.

### III.10. POSISI PENGELASAN

Menurut Politeknik perkapalan ITS (1992a) teknik pengelasan pada las MIG dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu *backhand* dan *forehand*. Sudut-sudut posisi torch terhadap benda kerja biasanya diukur pada dua arah, yaitu sudut arah sepanjang pengelasan dan sudut arah benda kerja, seperti yang terlihat pada gambar 3.6. Pada pengelasan MIG gerakan ayunan torch dilakukan dengan sedemikian rupa sehingga hasil timbunan las yang terjadi dapat mengisi sela sambungan dengan baik. Bentuk ayunan torch tergantung pada posisi pengelasan dan bentuk sambungan. Berdasarkan dua kriteria ini, maka Politeknik perkapalan (1992a) membedakan teknik ayunan pada pengelasan MIG menjadi empat posisi

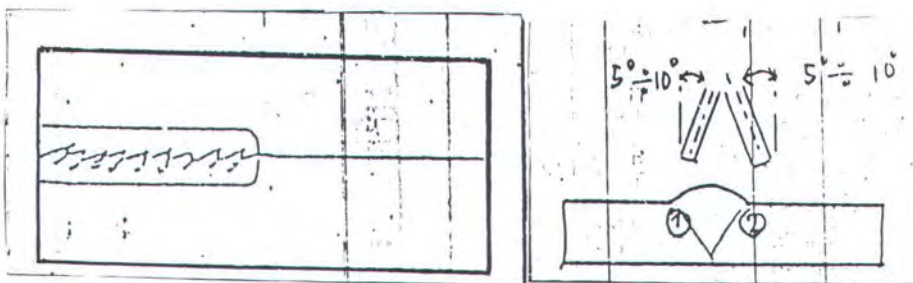


utama, yaitu posisi datar, posisi horisontal, posisi vertikal dan posisi di atas kepala (*over head*)

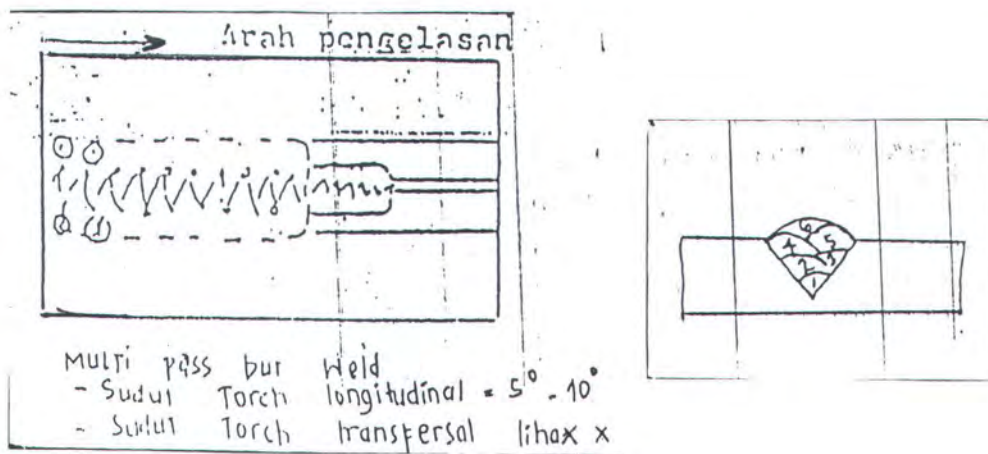


Gambar 3.6 Posisi torch terhadap benda kerja (Politeknik perkapalan, 1992a)

Pada posisi datar biasanya menggunakan teknik ayunan seperti pada gambar 3.7, yang biasanya digunakan untuk pengeelasan single pass butt joint. Simpangan ayunan torch yang dilakukan relatif kecil dan melakukan pemberhentian ayunan dengan tujuan untuk memberi kesempatan pada cairan las untuk mengisi sisi lasan. Untuk pengelasan multipass, juga digunakan ayunan kecil ke kiri dan kekanan pada pass pertama.

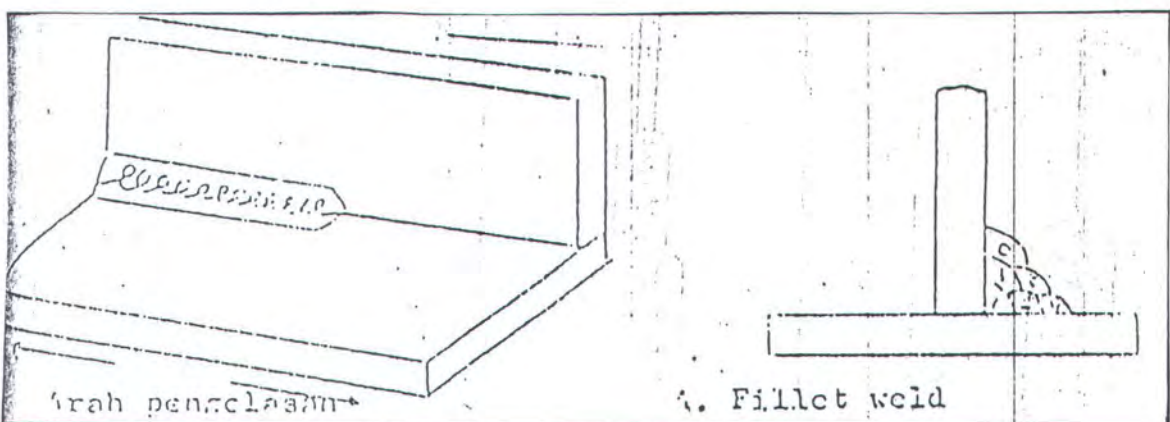


Gambar 3.7. Bentuk ayunan pada single pass weld



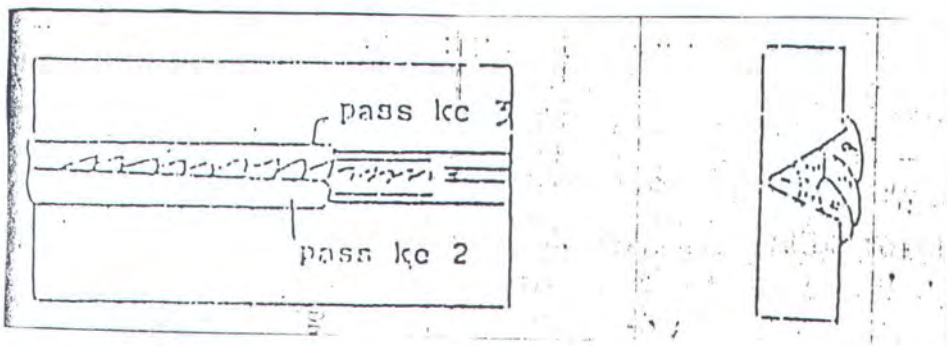
Gambar 3.8. Bentuk ayunan multipass weld

Sedangkan untuk penimbunan digunakan ayunan yang sama dengan lebar yang diinginkan dan dilakukan pemberhentian pada tiap-tiap sisi las. Pada posisi horisontal bentuk ayunan yang digunakan adalah melingkar, biasanya digunakan untuk penyambungan tipe fillet weld, tetapi teknik ayunan ini bisa juga digunakan untuk penyambungan tipe butt. Pada sambungan fillet sudut torch longitudinal adalah  $5-10^{\circ}$  dan sudut transversal yang dibentuk adalah  $45^{\circ}$ . Pada sambungan butt weld sudut torch longitudinal antara  $5^{\circ} - 10^{\circ}$  dan sudut torch transversal adalah  $90^{\circ}$ .



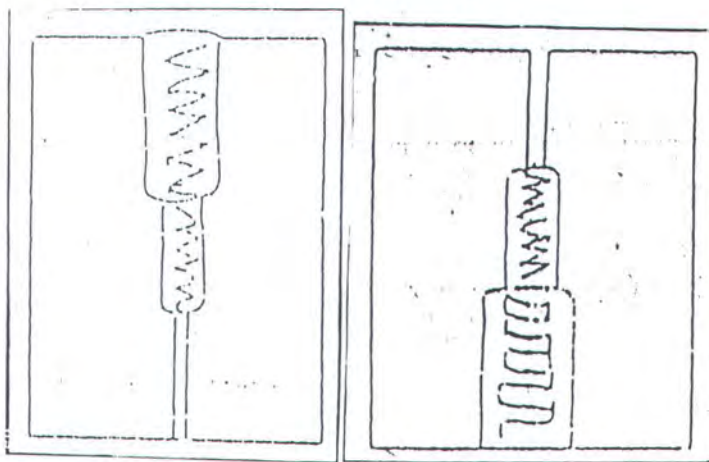
Gambar 3.9 Bentuk ayunan sambungan fillet





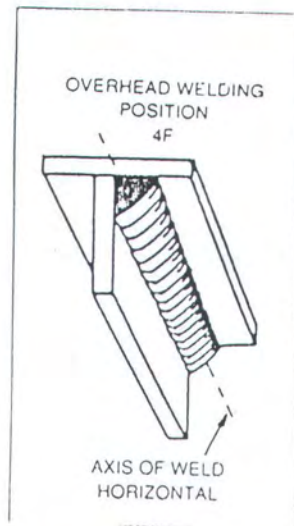
Gambar 3.10. Bentuk ayunan sambungan butt pada posisi horisontal.

Pada pengelasan posisi vertikal bentuk ayunan dibedakan menjadi dua, yaitu vertikal up dan vertikal down. Pada posisi pengelasan vertikal up bentuk ayunan yang digunakan hampir sama dengan posisi horisontal, melingkar dengan arah pengelasan ke atas. Sudut torch longitudinal yang terjadi antara  $10^{\circ}$  -  $15^{\circ}$  dan sudut transversal yang terjadi adalah  $90^{\circ}$ . Sedangkan pengelasan posisi vertikal down arah pengelasan kebawah dengan sudut longitudinal dan transversal yang hampir sama dengan posisi pengelasan vertikal up.



Gambar 3.11. Bentuk ayunan torch vertikal up dan vertikal down

Untuk posisi pengelasan di atas kepala, teknik ayunan yang digunakan adalah simpangan kanan dan kiri dengan melakukan pemberhentian sejenak pada tiap sisi pengelasan, yang bertujuan untuk memberi kesempatan pada logam cair untuk masuk pada tiap sisi sambungan.



Gambar 3.12. Bentuk over head



"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum, sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri" (QS.13 : 11)

## BAB IV



## DESAIN DAN EVALUASI PROGRAM



---

## BAB IV

### DESAIN DAN EVALUASI PROGRAM

#### IV.1. DESAIN PROGRAM

Sesuai dengan tahapan pembuatan perangkat lunak yang telah dikemukakan pada BAB II, maka untuk mendapatkan sebuah aplikasi yang optimal perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Pendefinisian masalah dari aplikasi yang akan dibuat, meliputi penentuan tujuan, data yang dibutuhkan serta hasil akhir dari aplikasi yang dibuat.

Aplikasi yang akan dibangun pada tugas akhir ini bertujuan untuk membantu perencanaan prosedur pengelasan. Data yang dibutuhkan dalam penyusunan aplikasi ini meliputi data logam induk, *consumable material* (elektrode) serta data desain sambungan las. Sesuai dengan tujuan dari aplikasi *database* yang ingin dicapai, maka program yang akan dibangun, harus memiliki kemampuan untuk melacak dan memanipulasi data elektrode, desain sambungan serta dapat menghasilkan laporan prosedur pengelasan MIG.

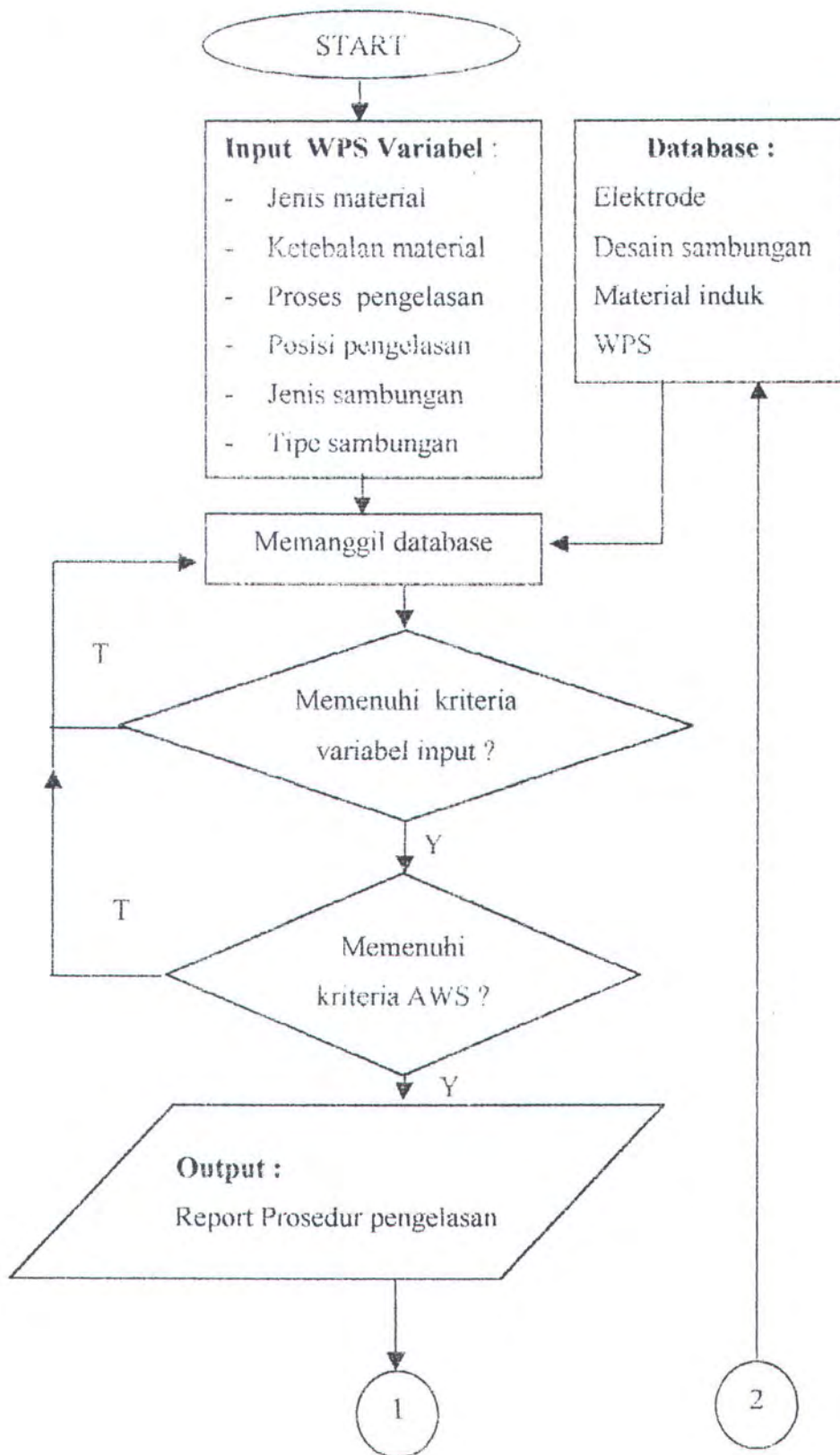
2. Pemilihan bahasa pemrograman yang bisa menangani *database*.

Borland Delphi sebagai suatu software pemrograman visual lebih cocok digunakan untuk pengembangan aplikasi ini, karena disamping penggunaanya lebih mudah juga karena kemampuan dari delphi sendiri

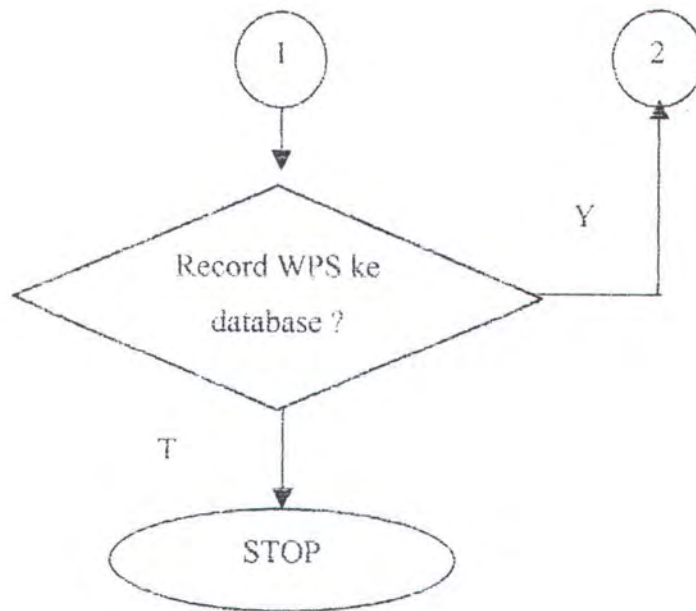


yang dapat mengakses berbagai format data dengan menggunakan BDE (*Borland Delphi Engine*)

3. Merancang program. Agar perancangan dapat dilakukan dengan mudah , maka diperlukan diagram alir dari program yang akan dibuat. Diagram alir program dapat dilihat pada gambar 4.1
4. Menguji aplikasi yang sudah dibuat apakah sudah sesuai dengan tujuan ?  
Langkah ini dilakukan dengan membandingkan prosedur pengelasan yang dihasilkan aplikasi dengan prosedur pengelasan pa buku **The Procedure Handbook of Arc Welding 12<sup>th</sup> edition** (The Lincon Electric Company, 1973), halaman 6-64.







Gambar 4.1. Diagram alir program.

Menurut Henderson (1996), langkah awal dalam merencanakan aplikasi *database* adalah menentukan pondasi aplikasi *database*, yaitu dengan menentukan data-data atau tabel yang dibutuhkan. Dalam hal ini tabel yang dibutuhkan adalah tabel yang berisi tentang sifat mekanik dan kimia dari material induk dan material terumpan (elektrode), serta tabel yang berisi desain sambungan beserta urutan pengelasannya. Langkah selanjutnya adalah desain tampilan dari program yang diikuti dengan penulisan kode –kode program menggunakan Delphi 4.0.

#### IV.1.1. Penyusunan Database

##### IV.1.1.1. Penyiapan Data

Data – data yang digunakan sebagai penyusun *database* ini adalah :

- Parameter pengelasan satu *pass* pada beberapa ketebalan material dengan posisi horisontal, vertikal dan *overhead* untuk pengelasan *fillet* dan *groove*. Gas pelindung yang digunakan adalah campuran 75%

---

Argon + 25 % CO<sub>2</sub> dengan tipe transfer metal *short-circuiting transfer* (diambil dari buku Cary, H. B. 1994. **Modern Welding Technology**).

- Spesifikasi elektroda yang dengan spesifikasi elektrode yang telah direkomendasikan oleh AWS D1.1 didapatkan dari **AWS D1.1 Structural Welding Code Steel - 1998**.
  - *Heat treatment (preheat, interpass)* pada berbagai jenis material induk dengan berbagai ketebalan didapatkan dari **AWS D1.1 Structural Welding Code Steel - 1998**.
  - Desain sambungan merupakan hasil *scanning* desain sambungan las , didapat dari **AWS D1.1 Structural Welding Code Steel - 1998**, **The Procedure Handbook of Arc Welding 12<sup>th</sup> edition** (The Lincoln Electric Company, 1973), **Teknologi Pengelasan Logam** (Okumura, 1994) serta **Modern Welding Technology** (Cary, 1994).
  - Data keterangan filler material, termasuk di dalamnya nama elektroda, spesifikasi menurut AWS beserta *electrode class*, nama perusahaan pembuat elektroda, properti kimia, properti mekanis, berbagai diameter yang tersedia, arus dan voltase yang sesuai untuk masing-masing diameter serta gas pelindung yang digunakan (didapatkan dari ESAB. 1998. **Product Catalogue, 1998 edition** dan Kobelco. **Welding Handbook**. Kobe Steel Ltd. Welding Division).
  - Data material induk, meliputi tegangan tarik, tegangan yield, elongasi serta komposisi kimia material induk didapat dari **AWS D1.1**
-



## Structural Welding Code Steel - 1998 dan ASTM Volume 1.04 - 1994.

### IV.1.1.2. Database Material Induk.

*Database* material berisi sifat mekanik, sifat kimia serta spesifikasi elektrode yang dipakai dari material induk. Dalam merencanakan suatu *database*, perlu didefinisikan nama *field* dan tipe data yang dipakai. Untuk memudahkan dalam proses pembuatannya maka perlu dibuat 4 tabel, yaitu tabel nama material, tabel material induk berdasarkan sifat kimia, berdasarkan sifat mekanik serta tabel hubungan material induk dengan elektrode yang digunakan.

- Perencanaan *field* tabel material induk berdasarkan nama material.

Pada tabel material induk berdasarkan nama materialnya, terdapat *field* yang menunjukkan nama material, grade material dan gabungan antara nama material induk dengan gradenya, sebagai contoh material ASTM A36 pada *field* nama material ditulis ASTM A36 sedangkan pada *field* grade diisi dengan NONE karena tidak mempunyai grade, sedangkan pada *field* diisi dengan ASTM A36-NONE. *Field – field* tabel material induk berdasarkan nama dan gradenya, dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 4.1 Perencanaan field tabel nama material**

Nama <i>Field</i>	Tipe	Ukuran data	Keterangan
ID MATERIAL	+		Nomer urut data
MATDESC	A	20	Nama material dan gradenya
MATERIAL	A	10	Nama material
GRADE	A	9	Grade material

- Perencanaan *field* tabel material induk berdasarkan sifat mekaniknya.

Tabel material berdasarkan sifat mekaniknya memuat informasi sifat fisika dari material induk seperti tegangan tarik, tegangan yield serta elongasi dari material induk. *Field* yang digunakan pada tabel ini adalah MATDESC sebagai penghubung beberapa tabel material induk untuk menjadi suatu *database* material induk, ELONG yang menunjukkan elongasi material, MINYIELD dan MAXYIELD berisi informasi tegangan yield minimum dan maksimum material, serta MINTENSILE dan MAXTENSILE sebagai *field* yang berisi tegangan tarik minimum dan maksimum material induk.

**Tabel 4.2 Perencanaan *field* tabel berdasarkan sifat mekanik.**

Nama <i>Field</i>	Tipe	Ukuran data	Keterangan
MATDESC	A	20	Nama material dan gradenya
ELONG	N		Elongasi material
MINYIELD	N		Tegangan yield minimum
MAXYIELD	N		Tegangan yield maksimum
MINTENSILE	N		Tegangan tensile minimum
MAXTENSILE	N		Tegangan tensile maksimum

- Perencanaan *field* tabel material berdasarkan sifat kimia.

Tabel material induk berdasarkan sifat kimia berisi informasi komposisi kimia material induk. *Field* yang akan dipakai antara lain MATDESC yang menunjukkan nama material dan gradenya serta beberapa komposisi kimia material induk seperti di bawah ini :

**Tabel 4.3 Perencanaan *field* tabel material berdasarkan sifat kimia.**

Nama <i>Field</i>	Tipe	Ukuran data	Keterangan
MATDESC	A	20	Nama material dan gradenya
C	N		Komposisi karbon
Mn	N		Komposisi mangan
P	N		Komposisi fosfor



S	N	Komposisi belerang
Si	N	Komposisi silicon
Ni	N	Komposisi nikel
Cu	N	Komposisi tembaga
Cr	N	Komposisi krom
Mo	N	Komposisi molibdenum
V	N	Komposisi vanadium
Colombium	N	Komposisi colobium

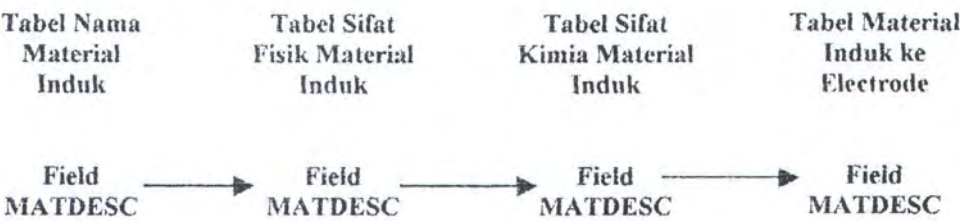
- Perencanaan *field* tabel hubungan material dengan elektrode

Tabel ini memberi informasi hubungan antara material induk dengan electrode yang harus digunakan. Pada AWS D1.1 hubungan antara material induk dengan elektrode dibedakan menurut proses las yang digunakan sehingga tabel ini hanya mempunyai dua *field*, yaitu MATDESC dan GMAW.

Tabel 4.4 Perencanaan field tabel hubungan material dengan elektrode.

Nama <i>Field</i>	Tipe	Ukuran data	Keterangan
MATDESC	A	20	Nama material dan gradenya
GMAW	N		Spesifikasi elektrode

Dari rencana *field database* material induk, disusun suatu tabel dengan menggunakan **Database Desktop 7**. Untuk membentuk *database* material induk, maka beberapa tabel di atas dihubungkan dengan menggunakan SQL (*structure query language*). Hubungan antar tabel didasarkan pada kesamaan isi dan tipe *field*. Hasil penyusunan *database* material induk dapat dilihat pada lampiran.



Gambar 4.2. Hubungan beberapa tabel Material induk

#### IV.1.1.3. Database Consumable Material

Seperti halnya dengan *database* material induk *database consumable material* harus mencakup sifat kimia, sifat mekanik, nama produk serta nama produsennya. *Database* ini terdiri dari satu tabel, dimana *field* yang akan digunakan menunjukkan nama produk elektrode, produsen, type elektrode, komposisi kimia elektrode, elongasi, tegangan tarik, tegangan yield serta variasi diameter, arus dan tegangan yang digunakan. Perencanaan *field* tabel ini dapat dilihat pada tabel 4.5. Hasil penyusunan *database* elektrode dapat dilihat pada lampiran.

**Tabel 4.5 Perencanaan field tabel elektrode**

Nama <i>Field</i>	Tipe	Ukuran data	Keterangan
IDPRODUCT	+		Nomer urut data
PRODNAME	A	20	Nama dagang elektrode
MANUFACTURER	A	15	Nama produsen
TYPE	A	20	Jenis Elektrode
SPEC	A	9	Spesifikasi elektrode
CLASS	A	9	Klasifikasi elektrode
C	N		Komposisi karbon
Mn	N		Komposisi mangan
P	N		Komposisi fosfor
S	N		Komposisi belerang
Si	N		Komposisi silikon
Ni	N		Komposisi nikel
Cu	N		Komposisi tembaga
Cr	N		Komposisi krom
Mo	N		Komposisi molibdenum
V	N		Komposisi vanadium
Colombium	N		Komposisi colobium
YIELD	N		Tegangan yield elektrode
TENSILE	N		Tegangan tensile elektrode
ELONG	N		Elongasi elektrode
DIAM1	N		Diameter Elektrode pertama
DIAM2	N		Diameter kedua
DIAM3	N		Diameter ketiga
DIAM4	N		Diameter keempat
DIAM5	N		Diameter kelima
DIAM6	N		Diameter keenam
DIAM7	N		Diameter ketujuh
DIAM8	N		Diameter kedelapan
DIAM9	N		Diameter kesembilan



DIAM10	N		Diameter kesepuluh
DIAM11	N		Diameter kesebelas
POLARITY1	A	8	Polaritas pertama
POLARITY2	A	8	Polaritas kedua
CURRENT1	N		Arus Elektrode pertama
CURRENT2	N		Arus kedua
CURRENT3	N		Arus ketiga
CURRENT4	N		Arus keempat
CURRENT5	N		Arus kelima
CURRENT6	N		Arus keenam
CURRENT7	N		Arus ketujuh
CURRENT8	N		Arus kedelapan
CURRENT9	N		Arus kesembilan
CURRENT10	N		Arus kesepuluh
CURRENT11	N		Arus kesebelas
VOLTAGE1	N		Tegangan Elektrode pertama
VOLTAGE2	N		Tegangan kedua
VOLTAGE3	N		Tegangan ketiga
VOLTAGE3	N		Tegangan ketiga
VOLTAGE4	N		Tegangan keempat
VOLTAGE5	N		Tegangan kelima
VOLTAGE6	N		Tegangan keenam
VOLTAGE7	N		Tegangan ketujuh
VOLTAGE8	N		Tegangan kedelapan
VOLTAGE9	N		Tegangan kesembilan
VOLTAGE10	N		Tegangan kesepuluh
VOLTAGE11	N		Tegangan kesebelas
DESC	A	20	Gas pelindung yang digunakan

#### IV.1.1.4. Database Desain Sambungan.

*Database* detail sambungan berisi informasi desain sambungan serta kemampuan lasnya dengan menggunakan arus, tegangan dan elektrode tertentu. *Database* ini merupakan informasi dasar yang diperlukan oleh program aplikasi *database* yang akan dikembangkan. *Database* desain sambungan ini disusun oleh satu tabel detail dengan *field-field* sebagai berikut :

Tabel 4.6 Perencanaan field tabel desain sambungan

Nama <i>Field</i>	Tipe	Ukuran data	Keterangan
IDRECORD	+		Nomer urut data
WPROC	A	8	Proses pengelasan
JOINTCODE	A	1	Jenis sambungan (groove/fillet)
POSCODE	A	20	Posisi pengelasan
WELDTYPE	A	10	Sisi pengelasan (single/double)
MINTHICK	N		Tebal minimum (Inchi)
MAXTHICK	N		Tebal maksimum
BACKING	A	5	Menggunakan backing/tidak
SHIELDING	A	15	Gas pelindung
ROOTFACE	A	8	Root face
ROOTO	A	8	Root opening
ANGLE	A	8	Sudut bevel
POLARITY1	A	4	Polaritas 1
PASS1	A	6	Pass 1
ECLASS1	A	10	Klasifikasi elektrode pada pass 1
CURRENT1	A	10	Arus pada pass 1
ARCSPEED1	A	10	Kecepatan pengelasan pass 1
VOLT1	A	10	Tegangan pengelasan pass 1
GASFLOW1	N	10	Kecepatan alir gas pada pass 1
GASCUP1	N	10	Ukuran gascup pada pass 1
WIRESPEED1	N	10	Kecepatan pengumpanan elektr-ode pada pass 1
POLARITY2	A	4	Polaritas 2
PASS2	A	6	Pass 2
ECLASS2	A	10	Klasifikasi elektrode pada pass 2
CURRENT2	A	10	Arus pada pass 2
ARCSPEED2	A	10	Kecepatan pengelasan pass 2
VOLT2	A	10	Tegangan pengelasan pass 2
GASFLOW2	N	10	Kecepatan alir gas pada pass 2
GASCUP2	N	10	Ukuran gascup pada pass 2
WIRESPEED2	N	10	Kecepatan pengumpanan elektr-ode pada pass 2
POLARITY3	A	4	Polaritas 3
PASS3	A	6	Pass 3
ECLASS3	A	10	Klasifikasi elektrode pada pass 3
CURRENT3	A	10	Arus pada pass 3
ARCSPEED3	A	10	Kecepatan pengelasan pass 3
VOLT3	A	10	Tegangan pengelasan pass 3
GASFLOW3	N	10	Kecepatan alir gas pada pass 3
GASCUP3	N	10	Ukuran gascup pada pass 3
WIRESPEED3	N	10	Kecepatan pengumpanan elektr-ode pada pass 3
DESAIN	G		Gambar desain sambungan

Setelah semua *field* terdefinisi, tabel dibuat dengan menggunakan *database* desktop kemudian diisi dengan data-data yang diperlukan sesuai dengan



deskripsi tiap *field*. Hasil penyusunan *database* desain sambungan dapat dilihat pada lampiran.

#### IV.1.1.5. Database WPS

*Database WPS* berisi *WPS properties* yang pernah dibuat. *Database WPS* digunakan untuk menyimpan informasi-informasi nama perusahaan, nomer *WPS*, proses pengelasan, nomer revisi, tanggal revisi, perancang *WPS*, pemeriksa, tanggal pemeriksaan, tipe pengelasan, nomer *PQR* pendukung, tipe sambungan, sisi pengelasan dan posisi pengelasan.

Tabel 4.7 Rencana field tabel *WPS*

Nama <i>Field</i>	Tipe	Ukuran data	Keterangan
ID_RECORD	+		Nomer urut data
CONAME	A	22	Nama perusahaan
IDENT	A	10	Nomer WPS
WPROC	A	8	Proses las
REV	A	4	Nomer revisi
DDESBY	D		Tanggal revisi
DESBY	A	25	Perancang <i>WPS</i>
APPROVE	A	25	Pemeriksa
DAPPROVE	D		Tanggal pemeriksaan
WELDTYPE	A	10	Sisi pengelasan
SUPP	A	15	Nomer <i>PQR</i> pendukung
JOINTCODE	A	15	Tipe sambungan
POSCODE	A	20	Posisi pengelasan
MATENAME	A	15	Nama material
THICK	N		Ketebalan material
BACKING	A	5	<i>Backing</i>

#### IV.1.2 Desain Form

Desain form merupakan suatu media komunikasi antara program dengan aplikasi dengan pemakai, baik sebagai jendela tempat pemasukan data maupun

jendela jendela tampilan hasil pengolahan. Berdasarkan tujuan aplikasi *database* yang ingin dicapai, maka desain form yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- Form utama sebagai tampilan utama program
  - Form input digunakan untuk memasukkan variabel variabel WPS
  - Form output merupakan tampilan awal dari prosedur pengelasan yang dihasilkan.
  - Form report digunakan untuk menampilkan laporan dari prosedur pengelasan yang didapat.
  - Form informasi material , digunakan untuk menampilkan properti material induk dan material terumpan/elektrode.
  - Form manipulasi data elektrode, digunakan untuk pelacakan dan manipulasian data elektrode.
  - Form manipulasi data sambungan, digunakan untuk pelacakan dan manipulasian data sambungan.
  - Form *output editor* digunakan untuk merubah prosedur yang dihasilkan oleh aplikasi yang akan dibuat.
  - Form pelacakan data material induk, digunakan untuk melacak data material induk berdasarkan grade material.
  - Form pemilih elektrode, digunakan untuk menentukan elektrode yang sesuai dengan material induk berdasarkan proses pengelasannya.
  - Form pelacakan data WPS yang pernah dibuat dan disimpan dalam *database*.
  - Data Module yang digunakan sebagai penampung data yang digunakan.
-



Untuk mempercantik desain aplikasi yang akan dikembangkan, maka perlu adanya form tambahan seperti, form splash sebagai tampilan awal sebelum tampilan form utama ditampilkan pada layar, form animasi sebagai tampilan pengisi jeda pada saat proses pencarian/penyusunan WPS dilakukan serta form konversi satuan sebagai media pembantu dalam merubah satuan.

- **Desain Form Splash**

Form splash merupakan tampilan awal sebelum form utama ditampilkan pada layar. Form splash digunakan dengan tujuan untuk memberi informasi pada *user* tentang nama program yang sedang dijalankan, designer program serta persentase kemajuan *Loading database* yang dipakai. Hasil desain form splash seperti terlihat pada gambar 4.3.

- **Desain Form Utama**

Form utama didesain dengan mengadopsi tampilan form utama *Borland Delphi*, dimana form utama tidak memenuhi seluruh layar dan tampil di bagian layar paling atas. Seperti pada perangkat lunak yang sering digunakan saat ini desain form utama mempunyai beberapa menu dan toolbar. Menu pada form utama dibangun dengan menggunakan menu builder. Menu yang dirancang pada form ini adalah *File*, *Database*, *Tool* dan *Help*. Pada menu *File* terdapat dua submenu, yaitu *New* yang digunakan untuk menampilkan form input dan *Exit*, yang digunakan untuk keluar dari aplikasi. Pada menu *Database* terdapat submenu *Consumable material* (digunakan untuk memanipulasi data elektrode), *Joint detail* (digunakan untuk memanipulasi data desain sambungan) dan *Search*

---

digunakan untuk pelacakan data pada *database*. Desain form utama dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.3 Desain form splash



Gambar 4.4 Desain form utama

#### • Desain Form Input

Form input merupakan media komunikasi antara *user* dengan komputer dengan cara mengisi data data *input* untuk membuat suatu prosedur pengelasan dengan menggunakan aplikasi pembantu perencanaan prosedur pengelasan. Pada form input terdapat dua golongan data masukan, yaitu *WPS Information* dan *WPS Variabel*. *WPS Information* merupakan informasi nomer *WPS*, perancang, tanggal pembuatan, nomer revisi, nama perusahaan, tanggal pengesahan *WPS*, nama pengesah *WPS* serta *PQR* pendukung. Pada *WPS variabel* terdapat pilihan nama material induk, tipe sambungan, posisi pengelasan, ketebalan material induk, *backing* serta sisi pengelasan (*weld side*). Nama material pada combobox



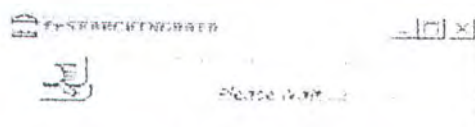
pemilihan nama material merupakan proses look up tabel nama material, sedangkan tampilan grade didapat dengan menyaring *database* material induk.

Gambar 4.5 Desain form input

Pada form input terdapat dua tombol *Make WPS* dan *Close*, tombol *Make WPS* digunakan untuk membuat *WPS* dengan cara menyaring *database* material induk, *database consumable material* serta *database* desain sambungan yang sesuai dengan kriteria masukan. Hasil penyaringan ini kemudian ditampilkan pada form output.

#### • Desain Form Animasi

Form merupakan pengisi jeda pada saat tombol *Make WPS* ditekan dengan menampilkan pesan *Searching in Progression, Please Wait* dan animasi kaca pembesar yang bergerak di depan komputer. Pada saat penyaringan yang dilakukan selesai form animasi akan hilang dan berganti dengan tampilan form output.



Gambar 4.6 Desain form animasi

### • Desain Form Output

Form *Output* merupakan hasil keluaran dari penyaringan yang dilakukan pada penekanan tombol *Make WPS*. *WPS* yang dihasilkan kadang-kadang lebih dari satu, *WPS* dapat dilihat satu persatu dengan mengeser *scroll bar*. Pada form *output* terdapat lima tombol, yaitu tombol *Additional Information*, *Close Page*, *Edit WPS*, *Print Preview*, *Record WPS*. Tombol *Additional Information* digunakan untuk menampilkan sifat kimia dan sifat fisik material induk, serta data elektrode yang bisa digunakan untuk menyambung material induk tersebut. Hasil yang didapat pada penekanan tombol ini merupakan hasil penyaringan *database* material induk dan *database consumable material* kemudian ditampilkan pada form informasi material. Tombol *Close Page* digunakan untuk menutup form *output*, kembali ke form *input*. Tombol *Edit WPS* digunakan untuk menampilkan form edit *WPS*. Tombol *Print Preview* digunakan untuk menampilkan form *report* yang bisa dicetak. Tombol digunakan untuk menulis *WPS* yang telah dibuat ke dalam *database WPS*. Desain tampilan form *output* dapat dilihat pada gambar 4.7.

The screenshot shows a software window titled "Program Aplikasi WPS" with a menu bar (File, Edit, View, Help) and a toolbar. The form contains several input fields and a table.

**Input Fields:**

- Welding Process: WPS
- Welding Type: WPS
- Welding Size: WPS
- Welding Position: WPS
- Position: WPS
- Material Name: WPS
- Profilan/Intipapan Tempuran: 0101 0224
- Thicknes: 1 mm
- Additional Information

**Table:**

Electrode Code	Electrode Size	Electrode Elin. Code	Electrode Elin. Size	Electrode Elin. Code	Electrode Elin. Size
WPS1	WPS1	WPS1	WPS1	WPS1	WPS1
WPS2	WPS2	WPS2	WPS2	WPS2	WPS2
WPS3	WPS3	WPS3	WPS3	WPS3	WPS3
WPS4	WPS4	WPS4	WPS4	WPS4	WPS4
WPS5	WPS5	WPS5	WPS5	WPS5	WPS5
WPS6	WPS6	WPS6	WPS6	WPS6	WPS6
WPS7	WPS7	WPS7	WPS7	WPS7	WPS7
WPS8	WPS8	WPS8	WPS8	WPS8	WPS8
WPS9	WPS9	WPS9	WPS9	WPS9	WPS9
WPS10	WPS10	WPS10	WPS10	WPS10	WPS10
WPS11	WPS11	WPS11	WPS11	WPS11	WPS11
WPS12	WPS12	WPS12	WPS12	WPS12	WPS12
WPS13	WPS13	WPS13	WPS13	WPS13	WPS13
WPS14	WPS14	WPS14	WPS14	WPS14	WPS14
WPS15	WPS15	WPS15	WPS15	WPS15	WPS15
WPS16	WPS16	WPS16	WPS16	WPS16	WPS16
WPS17	WPS17	WPS17	WPS17	WPS17	WPS17
WPS18	WPS18	WPS18	WPS18	WPS18	WPS18
WPS19	WPS19	WPS19	WPS19	WPS19	WPS19
WPS20	WPS20	WPS20	WPS20	WPS20	WPS20
WPS21	WPS21	WPS21	WPS21	WPS21	WPS21
WPS22	WPS22	WPS22	WPS22	WPS22	WPS22
WPS23	WPS23	WPS23	WPS23	WPS23	WPS23
WPS24	WPS24	WPS24	WPS24	WPS24	WPS24
WPS25	WPS25	WPS25	WPS25	WPS25	WPS25
WPS26	WPS26	WPS26	WPS26	WPS26	WPS26
WPS27	WPS27	WPS27	WPS27	WPS27	WPS27
WPS28	WPS28	WPS28	WPS28	WPS28	WPS28
WPS29	WPS29	WPS29	WPS29	WPS29	WPS29
WPS30	WPS30	WPS30	WPS30	WPS30	WPS30
WPS31	WPS31	WPS31	WPS31	WPS31	WPS31
WPS32	WPS32	WPS32	WPS32	WPS32	WPS32
WPS33	WPS33	WPS33	WPS33	WPS33	WPS33
WPS34	WPS34	WPS34	WPS34	WPS34	WPS34
WPS35	WPS35	WPS35	WPS35	WPS35	WPS35
WPS36	WPS36	WPS36	WPS36	WPS36	WPS36
WPS37	WPS37	WPS37	WPS37	WPS37	WPS37
WPS38	WPS38	WPS38	WPS38	WPS38	WPS38
WPS39	WPS39	WPS39	WPS39	WPS39	WPS39
WPS40	WPS40	WPS40	WPS40	WPS40	WPS40
WPS41	WPS41	WPS41	WPS41	WPS41	WPS41
WPS42	WPS42	WPS42	WPS42	WPS42	WPS42
WPS43	WPS43	WPS43	WPS43	WPS43	WPS43
WPS44	WPS44	WPS44	WPS44	WPS44	WPS44
WPS45	WPS45	WPS45	WPS45	WPS45	WPS45
WPS46	WPS46	WPS46	WPS46	WPS46	WPS46
WPS47	WPS47	WPS47	WPS47	WPS47	WPS47
WPS48	WPS48	WPS48	WPS48	WPS48	WPS48
WPS49	WPS49	WPS49	WPS49	WPS49	WPS49
WPS50	WPS50	WPS50	WPS50	WPS50	WPS50
WPS51	WPS51	WPS51	WPS51	WPS51	WPS51
WPS52	WPS52	WPS52	WPS52	WPS52	WPS52
WPS53	WPS53	WPS53	WPS53	WPS53	WPS53
WPS54	WPS54	WPS54	WPS54	WPS54	WPS54
WPS55	WPS55	WPS55	WPS55	WPS55	WPS55
WPS56	WPS56	WPS56	WPS56	WPS56	WPS56
WPS57	WPS57	WPS57	WPS57	WPS57	WPS57
WPS58	WPS58	WPS58	WPS58	WPS58	WPS58
WPS59	WPS59	WPS59	WPS59	WPS59	WPS59
WPS60	WPS60	WPS60	WPS60	WPS60	WPS60
WPS61	WPS61	WPS61	WPS61	WPS61	WPS61
WPS62	WPS62	WPS62	WPS62	WPS62	WPS62
WPS63	WPS63	WPS63	WPS63	WPS63	WPS63
WPS64	WPS64	WPS64	WPS64	WPS64	WPS64
WPS65	WPS65	WPS65	WPS65	WPS65	WPS65
WPS66	WPS66	WPS66	WPS66	WPS66	WPS66
WPS67	WPS67	WPS67	WPS67	WPS67	WPS67
WPS68	WPS68	WPS68	WPS68	WPS68	WPS68
WPS69	WPS69	WPS69	WPS69	WPS69	WPS69
WPS70	WPS70	WPS70	WPS70	WPS70	WPS70
WPS71	WPS71	WPS71	WPS71	WPS71	WPS71
WPS72	WPS72	WPS72	WPS72	WPS72	WPS72
WPS73	WPS73	WPS73	WPS73	WPS73	WPS73
WPS74	WPS74	WPS74	WPS74	WPS74	WPS74
WPS75	WPS75	WPS75	WPS75	WPS75	WPS75
WPS76	WPS76	WPS76	WPS76	WPS76	WPS76
WPS77	WPS77	WPS77	WPS77	WPS77	WPS77
WPS78	WPS78	WPS78	WPS78	WPS78	WPS78
WPS79	WPS79	WPS79	WPS79	WPS79	WPS79
WPS80	WPS80	WPS80	WPS80	WPS80	WPS80
WPS81	WPS81	WPS81	WPS81	WPS81	WPS81
WPS82	WPS82	WPS82	WPS82	WPS82	WPS82
WPS83	WPS83	WPS83	WPS83	WPS83	WPS83
WPS84	WPS84	WPS84	WPS84	WPS84	WPS84
WPS85	WPS85	WPS85	WPS85	WPS85	WPS85
WPS86	WPS86	WPS86	WPS86	WPS86	WPS86
WPS87	WPS87	WPS87	WPS87	WPS87	WPS87
WPS88	WPS88	WPS88	WPS88	WPS88	WPS88
WPS89	WPS89	WPS89	WPS89	WPS89	WPS89
WPS90	WPS90	WPS90	WPS90	WPS90	WPS90
WPS91	WPS91	WPS91	WPS91	WPS91	WPS91
WPS92	WPS92	WPS92	WPS92	WPS92	WPS92
WPS93	WPS93	WPS93	WPS93	WPS93	WPS93
WPS94	WPS94	WPS94	WPS94	WPS94	WPS94
WPS95	WPS95	WPS95	WPS95	WPS95	WPS95
WPS96	WPS96	WPS96	WPS96	WPS96	WPS96
WPS97	WPS97	WPS97	WPS97	WPS97	WPS97
WPS98	WPS98	WPS98	WPS98	WPS98	WPS98
WPS99	WPS99	WPS99	WPS99	WPS99	WPS99
WPS100	WPS100	WPS100	WPS100	WPS100	WPS100

**Buttons:** Close Page, Edit WPS, Print Preview, Record WPS.

Gambar 4.7 Desain form output





- **Desain form edit WPS.**

Form edit WPS digunakan untuk merubah atau mengedit WPS yang didapat. Pada form ini ada tiga tombol, *Close*, *Additional information*, *WPS Report*. Tombol *Close* digunakan untuk menutup form edit WPS dan kembali ke form *output*. Tombol *Additional information* digunakan untuk menampilkan form informasi material, sedangkan tombol digunakan untuk menampilkan *WPS report* yang bisa dicetak.

Gambar 4.8 Desain form edit WPS

- **Desain form report.**

Form report digunakan untuk menampilkan semua informasi yang dihasilkan pada form *output* untuk dicetak. Desain form ini dapat dilihat pada gambar 4.9

- **Desain form informasi material**

Form informasi material digunakan untuk menampilkan sifat fisik dan komposisi kimia material induk, serta daftar elektrode yang dapat digunakan. Pada *panel material properties* terdapat dua halaman, halaman pertama merupakan sifat mekanik material induk, dan pada halaman kedua terdapat

komposisi kimia material induk. Sedangkan pada *panel electrode list* terdapat daftar elektrode yang bisa digunakan untuk menyambung material induk tersebut. *Output* yang ditampilkan pada form ini merupakan hasil penyaringan *database* material induk dan *database consumable material* yang memenuhi kriteria (nama material induk). Desain form ini dapat dilihat pada gambar 4.10.

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)

PREQUALIFIED QUALIFIED BY TESTING

or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (POR)

Company Name: COMB Identification: WPS0001

Welding Process: FILL METAL

Supporting POR No.: WPS0001

Position: POSITION

Base Metal: BASE METAL

Filler Metal: FILLER METAL

WPS Specification: WPS0001

WPS Classification: WPS0001

Shielding: SHIELDING

Gas composition: GAS COMPOSITION

Flow rate: FLOW RATE

Electrical Characteristics: ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Transfer Mode: TRANSFER MODE

Current Type: CURRENT TYPE

Electrode: ELECTRODE

Stringer or Weave Weld: STRINGER OR WEAVE WELD

Joint Type or Sample Type: JOINT TYPE OR SAMPLE TYPE

Number of Electrode: NUMBER OF ELECTRODE

Position: POSITION

Gambar 4.9 Desain form report

Mechanical Properties

Material Name: DBEDIT1

Material Grade/Class: DBEDIT2

Material Description: DBEDIT3

Thickness: DBEDIT4

Material Elongation: DBEDIT5

Minimum Tensile Strength: DBEDIT6

Maximum Tensile Strength: DBEDIT7

Minimum Yield Strength: DBEDIT8

Maximum Yield Strength: DBEDIT9

Electrode List

Manufacturer: DBText43

Type: DBText44

Specification: DBText45

Classification: DBText46

Yield Strength: DBText47

Tensile Strength: DBText48

Elongation: DBText49

Current Type: DBText41

DBText10

DBText11

DBText12

DBText13

DBText14

DBText15

DBText16

DBText17

DBText18

DBText19

DBText20

DBText21

DBText22

DBText23

DBText24

DBText25

DBText26

DBText27

DBText28

DBText29

DBText30

DBText31

DBText32

DBText33

DBText34

DBText35

DBText36

DBText37

DBText38

DBText39

Gambar 4.10 Desain form informasi material









pengelasan yang digunakan. Hasil penyaringan ditampilkan dalam bentuk tabel seperti yang terlihat pada gambar 4.15

The screenshot shows a software window with a title bar. Below the title bar, there are two input fields: 'Material name : MATE' and 'Welding Process : GMAW'. Below these is a section labeled 'Search Result' which contains a table. The table has five columns: 'No', 'Nama', 'Material', 'Jumlah', and 'Unit'. The table is currently empty. At the bottom right of the window are two buttons: 'OK' and 'Cancel'.

Gambar 4.15 Desain form pelacak elektrode

- **Desain form pelacak material induk**

Form pelacak material induk digunakan untuk melacak material induk berdasarkan grade material induk. Seperti pada form pelacak sebelumnya hasil yang ditampilkan pada tabel merupakan hasil penyaringan database material induk dengan menggunakan SQL yang telah disediakan oleh *Borland Delphi*.

The screenshot shows a software window with a title bar. Below the title bar, there is an input field labeled 'Search Characters by Grade'. Below this is a section labeled 'Search Result' which contains a table. The table has five columns: 'No', 'Nama', 'Material', 'Jumlah', and 'Unit'. The table is currently empty. At the bottom right of the window are two buttons: 'OK' and 'Cancel'.

Gambar 4.16 Desain form pelacak material induk

- **Desain form pelacak WPS**

Form pelacak *WPS* digunakan untuk melacak semua *WPS* yang pernah disimpan dalam *database*, metode pelacakannya menggunakan kriteria nomer

WPS . Hasil penyaringan database WPS ditampilkan pada tabel, desain form pelacak WPS seperti pada gambar di bawah ini.

The screenshot shows a Delphi form titled "Form WPS". At the top, there is a label "Search by WPS Number:" followed by a text input field. Below this is a table with the following columns: "Material Name", "WPS Number", "Process", "Inspector", "Inspection Date", and "Approved By". The table is currently empty. At the bottom right of the form, there are two buttons labeled "OK" and "Cancel".

Gambar 4.17 Desain form pelacak WPS

#### IV.1.3 Penulisan Kode Program.

Penulisan kode program dilakukan pada *Code Editor* yang telah disediakan oleh *Borland Delphi*. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah PASCAL. Penulisan kode meliputi deklarasi variabel, prosedur penyaringan database serta pelaksanaan *event* pada beberapa komponen yang dipakai dalam form, sebagai contoh pada tombol *Make WPS* (form Input) *onClick* dilakukan penyaringan database material induk , database consumable material, database desain sambungan dan menampilkan hasil penyaringan pada form output. Kode program yang telah ditulis dapat dilihat pada lampiran *listing program*.

#### IV.2. HASIL DESAIN PROGRAM

Hasil yang didapat pada proses ini adalah sebuah aplikasi database yang dapat digunakan untuk menentukan prosedur pengelasan las busur MIG yang dinamakan RhoWELD~2000. Seperti pada aplikasi database yang banyak tersedia RhoWELD~2000 dapat digunakan untuk memanipulasi dan melacak data material



induk, material terumpan, desain sambungan serta WPS yang pernah dibuat, sehingga pengguna dapat menggunakan RhoWELD sebagai referensi dalam menyusun suatu prosedur pengelasan las busur Argon.

RhoWELD-2000 dapat digunakan pada Windows 9X ataupun Windows NT. RhoWELD-2000 dapat bekerja dengan baik pada komputer P233 dengan resolusi layar 1024 x 768 , RAM 16 Mega Bytes dan VGA CARD 2 Mega Bytes atau lebih. Hasil running program dapat dilihat pada evaluasi desain program :

### IV.3. EVALUASI DESAIN PROGRAM

Evaluasi desain program bertujuan untuk mengetahui kevalidan aplikasi database yang dibuat pada Tugas Akhir ini. Objek yang digunakan sebagai pengujian adalah data prosedur pengelasan GMAW pada buku The Procedur Hand Book of Arc Welding (1973), halaman 6.6-4.

#### IV.3.1. Data Prosedur Pengelasan Las MIG

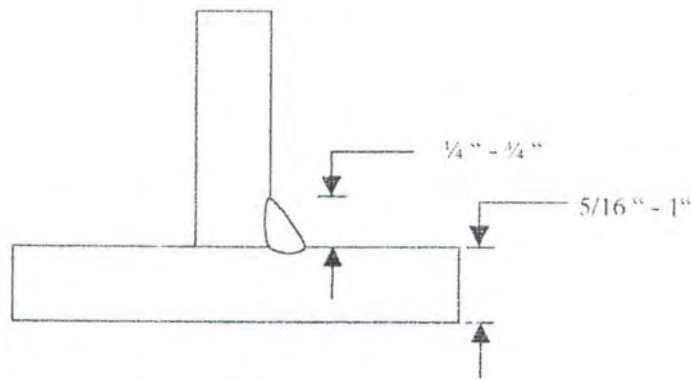
##### 1. Data Material

- a. Material induk yang digunakan adalah baja karbon dan baja alloy
- b. Ketebalan material induk adalah 0,5 Inchi

##### 2. Desain Sambungan

Jenis sambungan yang digunakan adalah *Tee- Joint (fillet)*, seperti pada gambar di bawah ini :





Gambar 4.18 Gambar desain sambungan Tee

3. Data *Consumable Material*.

- Klasifikasi elektrode yang digunakan adalah ER70S-2
- Diameter elektrode  $\frac{3}{32}$  Inchi.
- Gas pelindung yang digunakan adalah campuran 95% Ar + 5% O<sub>2</sub>
- Laju aliran gas pelindung adalah 40 – 50 feet<sup>3</sup>/jam
- Kecepatan pengumpanan elektrode adalah 100 Inch/menit

4. Data Karakteristik Listrik Pengelasan

- Arus pengelasan yang digunakan adalah 450 Ampere
- Polaritas arus pengelasan adalah polaritas terbalik/ DCEP
- Voltase pengelasan adalah 28 Volt.

5. Data Pengelasan

- Posisi pengelasan adalah horinsontal
- Kecepatan pengelasan adalah 12 Inch/menit

### IV.3.2. Running Program

Untuk mengetahui kevalidan aplikasi database yang telah dibuat perlu dilakukan pengujian dengan memasukkan variabel *WPS* pada form input. Material



induk yang disediakan pada aplikasi database ini adalah baja karbon dan baja alloy, sehingga bisa dipilih sembarang material induk. Data masukan proses pengelasan yang digunakan adalah GMAW karena las MIG merupakan bagian dari las GMAW. Tipe pengelasan yang dipakai sebagai data masukan adalah semi-otomatis. Tipe sambungan yang dimasukkan pada form input adalah *Fillet*. Sesuai data yang didapat, maka posisi pengelasan yang dipakai sebagai data masukan adalah horisontal. Pada *EditBox* ketebalan material dimasukkan ketebalan material sesuai dengan data di atas, yaitu 0,5 Inchi.

Proses pembuatan dapat dilakukan dengan menekan tombol *Make WPS*, hasil yang didapat ditampilkan pada form *output*. Untuk mencetak hasil yang didapat dilakukan dengan menekan tombol *Print Preview*. Hasil perancangan *WPS* dengan menggunakan aplikasi ini dapat dilihat pada gambar running program di bawah ini.

WPS Information		WPS Variable	
Company name	PT. KIRI BELAUTAH ITS	Material Name	ASTM A131 AH32
Identification	WRCORAD-1	Material Grade	AH32
Design by	ABDUL ROZAQ	Joint type	FILLET
Authorized by	IR SOEWERY, M. ENG	Position	HORIZONTAL
Welding Process	GMAW	Thickness	0.5 inch
Welding Type	SEMI AUTOMATIC	Backing	yes
Supporting PORT	PREQUALIFIED	Weld Side	Double

Buttons: Make WPS, Close

Gambar 4.19 Dialog input dengan data masukan sesuai dengan data *WPS* yang digunakan sebagai penguji dan evaluasi RhoWELD-2000

Welding Process: GMAW Welding Type: SEMI AUTOMATIC Preheat/Interpass Temperature: NONE °F  
 Joint Type: FILLET Position: HORIZONTAL Thickness: 0.5 inch  
 Welding Side: SINGLE Material Name: ASTM A131-AH32 Additional Information:

Joint Detail

Pass Range: 1  
 Electrode Class: ER70S-2  
 Electrode Size (Inch): 1/16  
 Current Type: DC DCEP  
 Electrode Current (Amps): 450  
 Arc Voltage (Volts): 28  
 Arc Speed (Inch/min): 12  
 Wee Speed (Inch/min): 100  
 Shielding: Ar + 5% O2  
 Flow Rate (cfh): 40-50  
 Gas Cup Size (Inch):  
 Transfer Mode: SPRAY ARC  
 Root face (Inch): 0 Root opening (Inch): 0 Angle: 0

Close Page Edit WPS Print Preview Record WPS

Gambar 4.20 Output yang dihasilkan RhoWELD-2000

Welding Process: GMAW Welding Type: SEMI AUTOMATIC Preheat/Interpass Temperature: NONE °F  
 Joint Type: FILLET Position: HORIZONTAL Thickness: 0.5 inch  
 Welding Side: SINGLE Material Name: ASTM A131-AH32 Additional Information:

Material Name: ASTM A131 Minimum Tensile Strength: 470 MPa  
 Material Grade/Class: AH32 Maximum Tensile Strength: 585 MPa  
 Material Description: ASTM A131-AH32 Minimum Yield Strength: 315 MPa  
 Thickness: 0.5 inch Maximum Yield Strength: 315 MPa  
 Material Elongation: 24 %

Electrode List


Manufacturer	Type	Specification	Classification	0.6	0.8	0.9	1	1.2	1.4	1.6
Manufacturer: F&S	Type: SOLID WIR	Specification: AWS A5.18	Classification: ER70S-6	30-100	60-200	70-250	80-300	120-380	150-420	225-550
C: 0.08	Yield Strength: 475	MPa		15-20	18-24	18-26	18-32	18-34	22-36	28-38
Si: 0.03	Tensile Strength: 560	MPa								
Mn: 1.5	Elongation: 24	%								
Ni: 0	Current Type: DCEP									
P:										
S:										
Co:										
Mo:										
Nb:										

Transfer Mode: SF

Once WPS

Gambar 4.21 Tampilan additional information





WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) \_\_\_\_\_

PREFQUALIFIED \_\_\_\_\_ QUALIFIED BY TESTING \_\_\_\_\_

or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) \_\_\_\_\_

---

1. DESIGNATION: \_\_\_\_\_

2. WELDING PROCESS: \_\_\_\_\_

3. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

4. WELDING METHOD: \_\_\_\_\_

5. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

6. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

7. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

8. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

9. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

10. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

11. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

12. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

13. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

14. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

15. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

16. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

17. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

18. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

19. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

20. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

1. DESIGNATION: \_\_\_\_\_

2. WELDING PROCESS: \_\_\_\_\_

3. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

4. WELDING METHOD: \_\_\_\_\_

5. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

6. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

7. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

8. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

9. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

10. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

11. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

12. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

13. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

14. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

15. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

16. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

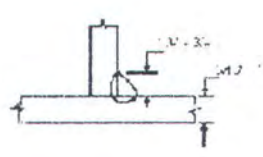
17. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

18. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

19. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

20. WELDING POSITION: \_\_\_\_\_

WELDING PROCEDURE

No.	Welding Process	Welding Position		Welding Method			Welding Position
		1	2	3	4	5	
1	Welding	1	2	3	4	5	
2	Welding	1	2	3	4	5	

Gambar 4.22 Report WPS yang dihasilkan RhoWELD-2000

Dari running program RoWELD-2000 didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Material Induk yang digunakan adalah ASTM A131 grade AH32 dengan ketebalan 0,5 Inchi

2. Jumlah pass sebanyak satu.
3. Elektrode yang digunakan adalah ER70S-2 dengan diameter 3/32 “
4. Arus pengelasan yang dipakai adalah DC dengan polaritas DCEP
5. Besar arus pengelasannya adalah 450 Amp.
6. Kecepatan pengelasan 16 Inch/menit
7. Voltase pengelasan 27 Volt.
8. Kecepatan pengumpanan elektrode adalah 87 Inch/menit.
9. Gas pelindung yang digunakan adalah Ar + 5% O<sub>2</sub>
10. Gas Flow/flow rate sebesar 40-50 ft<sup>3</sup>/jam.

Dari RhoWELD~2000 didapatkan output yang hampir sama dengan data WPS yang digunakan sebagai pembanding. Sehingga kevalidan RhoWELD~2000 sudah teruji.

---



"Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu mengkhianati Allah dan Rosul (Muhammad SAW) dan janganlah kamu mengkhianati amanat-amanat yang dipercayakan kepadamu, sedang kamu mengetahui" (QS. 8: 27)

## BAB V



## KESIMPULAN DAN SARAN



---

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **V.1. KESIMPULAN**

Sesuai dengan permasalahan dari penulisan tugas akhir ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal yang berkaitan dengan aplikasi database yang telah dihasilkan :

1. Penyusunan prosedur pengelasan merupakan kegiatan yang memerlukan pengetahuan yang bersifat multi-disiplin, sehingga dibutuhkan waktu dan biaya yang tidak sedikit, untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi database dikembangkan pada tugas akhir ini. Penentuan prosedur pengelasan dilakukan dengan memasukkan beberapa variabel pengelasan, yaitu proses pengelasan (mesin las yang digunakan), material induk, ketebalan material induk, posisi pengelasan, jenis sambungan serta penggunaan backing pada sambungan.
2. Dalam merencanakan suatu aplikasi database yang dapat digunakan untuk menentukan prosedur pengelasan las busur argon perlu dilakukan pendefinisian variabel-variabel pengelasan MIG, penentuan data yang akan disusun dalam database, pembuatan database yang kemudian diikuti dengan penulisan kode program dengan menggunakan Borland Delphi 4.0. Sebagai hasil akhir dari perencanaan aplikasi ini adalah sebuah piranti lunak penentu prosedur pengelasan yang dinamakan RhoWELD~2000.



## V.2. SARAN

RhoWELD~2000 merupakan langkah awal yang dilakukan penulis untuk menambah pengetahuan mahasiswa Teknik Kelautan untuk mengetahui tahapan penyusunan prosedur pengelasan serta untuk membantu mempermudah tugas seorang *Welding Engineer* dalam merencanakan *WPS*, sehingga tidak luput dari adanya beberapa kelemahan dan kekurangan, yaitu :

1. Penggunaan standar pengelasan terbatas pada AWS D1.1
2. Material induk yang digunakan terbatas pada material yang memenuhi standar ASTM vol 1.04.
3. Jenis sambungan yang didukung oleh database adalah *butt joint* dan *Tee joint*.
4. Output yang dihasilkan tidak mengenal kondisi yang terjadi di lapangan, yaitu ukuran dan jenis elektrode yang dipakai tergantung pada database.
5. Perubahan pada beberapa variabel esensial pada prosedur pengelasan yang dihasilkan tergantung pada *user* (RhoWELD~2000) tidak bisa memberikan batasan batasan tertentu pada perubahan setiap variabel esensial.
6. Posisi pengelasan terbatas pada posisi flat, horizontal, vertical up, vertical down dan posisi overhead.
7. Jenis material yang digunakan terbatas pada pelat.

Dengan adanya beberapa kekurangan dan keterbatasan ini diharapkan akan timbul aplikasi-aplikasi lain yang lebih sempurna. Untuk mendapatkan

---

aplikasi yang lebih sempurna, dalam perencanaannya perlu dilibatkan beberapa orang yang berpengalaman dan ahli dalam merencanakan prosedur pengelasan, serta diperlukannya data-data pendukung yang lebih lengkap dan sesuai dengan kondisi lapangan.







# DAFTAR PUSTAKA



## DAFTAR PUSTAKA

- American Welding Institute 1998. "Expert System Matches Welding Electrode to the Job". **Welding Journal** (Juni):53-54.
- American Welding Society 1998. **Structural Welding Code Steel**. Miami : American Welding Society.
- Ardian H. et all. 1997. **Panduan Penggunaan Delphi**. Yogyakarta: Andi Offset.
- Cary, H. B. 1994. **Modern Welding Technologi**. New Jersey : Regents/Prentice Hall.
- Computer Engineering, 1999. "Welding Software". **Htp://www. Computereng.com**. (Desember)
- Dumper L. J. dan Loader J. M. 1984 a. "How do I find out about Identification of Steel". **Welding Institute Research Buletin**. (Juni): 9-10
- Dumper L. J. dan Loader J. M. 1984 b. "How do I find out about Weder Approval and Procedure Approval". **Welding Institute Research. Buletin**. (July): 235-237.
- Fellers K. G. 1987. "A PC Approach to Welding Variables". **Welding Journal**. (April): 31-40.
- Giachino J. W. et all, 1968. **Welding Technology**. Chicago :American Technical Society.
- Henderson Ken, 1996. **Database Developer's Guide with Delphi 2**. Indianapolis: Sams Publishing.



- Houldcroft P. dan Jhon R. 1988. **Welding and Cutting**. Cambridge : Woodhead-Faulkner Limited, Simon and Schuster International Group.
- Jogiyanto H. M. , 1989. **Pengenalan Komputer**. Yogyakarta : Andi Offset.
- Kenedy G. A. 1980. **Welding Technology**. Indianapolis: The Bobs Meril Company, Inc.
- Lucas, W. 1987. "Microcomputer Software and Expert System for Welding Engineering". **Welding Journal**. (April) : 19-30.
- Martina I, 1999. **36 Jam Belajar Komputer Delphi 4.0**. Jakarta :PT Elex Media Komputindo.
- Okumura, T. dan Wiryosumarto, H. 1994. **Teknologi Pengelasan Logam**. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Politeknik Perkapalan ITS, KanWil. DepNaKer. Jatim 1992 a. "Teknologi Las Proses". **Pendidikan dan Pelatihan Inspektur Las (Welding Inspector)**. Surabaya : Politeknik Perkapalan ITS.
- Pranata, A. 1997. **Pemrograman Borland Delphi**. Yogyakarta: Andi Offset.
- Pramono, D. 1999. **Mudah Menguasai Delphi 3.0**. Jakarta: PT EleX Media Computindo.
- Murdjito, 1995. **Diktat Teknologi Pengelasan I**. Surabaya : Teknik Kelautan ITS.
- Soewefy, 1994. **Transparansi Teknologi Pengelasan I**. Surabaya : Teknik Perkapalan ITS.
- Sullivan, D. 1994. "The Gas Metal Arc Welding Process Celebrates a 50<sup>th</sup> Anniversary". **Welding Journal**. (September) : 53-54.



LAMPIRAN





DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Kampus ITS – Sukolilo, Surabaya 60111 Telp. 5928105, 5994251 – 5 Psw. 1104 – 1107 Fax 5936852

**FORMULIR EVALUASI KEMAJUAN TUGAS AKHIR**

Kami, dosen pembimbing Tugas Akhir dari Mahasiswa :

Nama : Abdul Rozaq Kurniawan

NRP : 4395 100 035

Judul TA : **Aplikasi Database Komputer dalam Penentuan  
Prosedur Pengelasan Las Busur Argon (MIG)  
Berdasarkan Standar AWS.**

Setelah mempertimbangkan butir-butir berikut :

- Keaktifan mahasiswa dalam mengadakan asistensi.
- Proporsi Materi TA yang telah diselesaikan saat ini
- Prospek penyelesaian TA dalam jangka waktu yang relevan.
- Masa studi yang tersisa.

Dengan ini kami mengusulkan agar TA mahasiswa tersebut diputuskan untuk :

- ☐ Dibatalkan keseluruhannya dan mengajukan judul baru.
- ☐ Diperkenankan menyelesaikan tanpa perubahan.
- ☐ Diperkenankan mengikuti Ujian Tugas Akhir dengan Judul :  
**Aplikasi Database Komputer dalam Penentuan Prosedur  
Pengelasan Las Busur Argon (MIG) Berdasarkan Standar AWS.**

Selanjutnya mahasiswa diatas diharuskan untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhirnya dan dapat mengikuti ujian Tugas Akhir untuk Wisuda .....

Surabaya, Mei 2000

Dosen Pembimbing

Ir. Soeweify, M. Eng.  
NIP. 130 386 579



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Kampus ITS – Sukolilo, Surabaya 60111 Telp. 5928105, 5994251 – 5 Psw. 1104 – 1107 Fax 5936852

**LEMBAR PRESENTASI KONSULTASI TUGAS AKHIR**

NAMA MAHASISWA : Abdul Rozaq Kurniawan  
NOMOR POKOK : 4395 100 035  
DOSEN PEMBIMBING I : Ir. Soeweify M. Eng.  
NIP : 130 386 579  
TUGAS DIMULAI : 5 September 1999  
DISELESAIKAN :  
JUDUL TUGAS AKHIR : Aplikasi Database Komputer dalam Penentuan  
Prosedur Pengelasan Las Busur Argon (MIG)  
Berdasarkan Standar AWS.

No.	TANGGAL	KONSULTASI MENGENAI	TANDA TANGAN DOSEN PEMB.
1	21 Maret 2000	Lay out program	
2	23 Maret 2000	Langkah-langkah penyusunan WPS	
3	28 Maret 2000	Penyusunan data WPS	
4	3 April 2000	Data WPS	
5	6 April 2000	Desain Sambungan	
6	13 April 2000	Bab I	
7	17 April 2000	Bab II	
8	20 April 2000	Bab III	
9	22 April 2000	Bab IV	
10	27 April 2000	Bab IV, Bab V dan Abstrak	





DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Kampus ITS – Sukolilo, Surabaya 60111 Telp. 5928105, 5994251 – 5 Psw. 1104 – 1107 Fax 5936852

LEMBAR PRESENTASI KONSULTASI TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA : Abdul Rozaq Kurniawan  
NOMOR POKOK : 4395 100 035  
DOSEN PEMBIMBING II : Ir. Nur Syahroni.  
NIP : 132 231 143  
TUGAS DIMULAI : 5 September 1999  
DISELESAIKAN :  
JUDUL TUGAS AKHIR : Aplikasi Database Komputer dalam Penentuan  
Prosedur Pengelasan Las Busur Argon (MIG)  
Berdasarkan Standar AWS.

No.	TANGGAL	KONSULTASI MENGENAI	TANDA TANGAN DOSEN PEMB.
1	16 Maret 2000	Pencarian data	
2	29 Maret 2000	Lay out program	
3	3 April 2000	Penyusunan data WPS	
4	8 April 2000	Bab I, Bab II	
5	14 April 2000	Bab I, Bab II, Bab III	
6	18 April 2000	Bab III, Bab IV	
7	20 April 2000	Bab IV	
8	22 April 2000	Bab IV	
9	24 April 2000	Bab V	
10	26 April 2000	Bab I, II, III, IV, V dan Abstrak	



**LAMPIRAN  
HASIL RUNNING PROGRAM**





**WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS)\_\_\_**  
**PREQUALIFIED\_\_\_ QUALIFIED BY TESTING\_\_\_**  
**or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR)\_\_\_**

Name : TEKNIK KELAUTAN ITS

Process : GMAW

Welding PQR No. PREQUALIFIED

Identification : PERCOBAAN/1

Revision : 0

Date : 26/04/00

By ABDUL ROZAQ

Authorized by : IR. SOEWEIFY M. ENG.

Date : 27/04/00

Welding Type : SEMI AUTOMATIC

**DESIGN USED**

Joint : TEE SINGLE  
Groove : FALSE  
Positioning : 0 Inch Root face : 0 Inch  
Angle : 0 °

**FILLER METALS**

Specification : ASTM A131-AH32  
Size : 0.5 Inch

**WELD METALS**

Specification : AWS A5.18  
Specification : ER70S-2

**SHIELDING**

Position : Ar + 5% O2  
Speed : 40-50  
Wire size :

**POSTWELD HEAT**

Temp. Min : NONE °F  
Cooling Temp. Min : NONE °F

**POSITION**

Position of Groove/Fillet : 2 F HORIZONTAL  
Vertical Progression : NONE

**ELECTRICAL CHARACTERISTIC**

Transfer Mode ( GMAW ) : SPRAY ARC  
Current Type : DC Polarity : DCEP

**TECHNIQUE**

Stringer or Weave Bead  
Multi-Pass or Single Pass (per side)  
Number of Electrode : - Longitudinal  
- Lateral  
- Angle

Peening

Interpass Cleaning

**POSTWELD HEAT TREATMENT**

Temp. : NONE °F  
Time :

**WELDING PROCEDURE**

Process	Filler Metals		Current			Volts	Arc Speed	JOINT DETAIL
	Class	Diam.	Type	Polarity	Amp			
GMAW	ER70S-2	3/32	DC	DCEP	450	28	12	



**LAMPIRAN**  
**PANDUAN PENGGUNAAN**  
**RhoWELD~2000**



## PANDUAN PENGGUNAAN

### RhoWELD~2000

RhoWELD~2000 adalah piranti lunak berbasis data yang digunakan untuk menyusun prosedur pengelasan las busur MIG berdasarkan standar AWS D1.1. RhoWELD~2000 dikembangkan dengan menggunakan Borland Delphi 4.0. Konfigurasi yang dibutuhkan antara lain *Operating Windows 9X*, *Memory* komputer minimal 8 MB dan *free space Hard-disk 6 megabytes*. Untuk mendapatkan hasil tampilan layar yang menarik, sebaiknya *user* menggunakan resolusi layar 1024 X 764 .

Untuk merancang WPS dengan RhoWELD~2000 *user* hendaknya menyiapkan input-input yang digunakan RhoWELD~2000, antara lain Nama Material induk, proses pengelasan, jenis sambungan (*Groove* atau *Fillet*), ketebalan material induk, type backing (memakai backing atau tidak), tipe sambungan (*Single* atau *Double*).

Secara garis besar tampilan RhoWELD~2000 terdiri atas 5 form, yaitu form utama sebagai pengkoordinasi jalannya RhoWELD, form input data untuk menyusun prosedur pengelasan, form output untuk menampilkan disain WPS yang dihasilkan RhoWELD~2000, form report yang digunakan untuk membuat report prosedur pengelasan, form manipulasi data untuk merubah dan menambah data

pendukung RhoWELD~2000. dan form pelacakan data sebagai sarana untuk pencarian data pada database.

Untuk merencanakan WPS baru aktifkan menu **File** dan pilih **New WPS Document** untuk menampilkan form input, isikan semua data masukan yang dibutuhkan, kemudian aktifkan tombol **Make WPS**. Hasil output aka ditampilkan pada form output. Pada form ini terdapat fasilitas **Additional Information** yang berguna untuk melihat sifat mekanik dan kimia material induk dan elektrode yang digunakan. Untuk membuat laporan WPS aktifkan tombol **Print Preview**, sedangkan apabila user ingin merubah WPS yang dihasilkan RhoWELD~2000 maka aktifkan tombol **Edit WPS**.

New WPS Document

WPS Properties

WPS Information

Company name: TERBUK KELAUTAN ITS

Identification: PERCOBAAN-1

Revision number: 0

Design by: ABDUL ROZAQ

Date: 26-04-00

Authorized by: IR SOEWERY, M. ENG.

Date: 27-04-00

Welding Process: GMAW

Welding Type: SEMI AUTOMATIC

Supporting POR No.(s): PPOHAI 1110

WPS Variable

Material Base: ASTM A131-AH37

Material Grade: AH37

Joint Type: FILLET

Position: HORIZONTAL

Thickness: 0.5 inch

Backing: ☐ Yes ☐ Double

Weld Side: ☐ Yes ☐ Double

Make WPS Close

RhoWELD~2000 Modified

Gambar 1 tampilan form Input



Welding Procedure Specification

Welding Process: GMAW Welding Type: SEMI AUTOMATIC Preheat/Interpass Temperature: NONE of  
 Joint Type: FILLET Position: HORIZONTAL Thickness: 0.5 inch  
 Welding Side: SINGLE Material Name: ASTM A131-AH32 Additional Information:

Joint Detail

Transfer Mode: SPRAY ARC

Parameter	Value
Pass Range	1
Electrode Class	ER70S-2
Electrode Size (inch)	3/32
Current Type	DC DCEP
Electrode Current (Amps)	450
Arc Voltage (Volt)	20
Arc Speed (inch/min)	12
Wire Speed (inch/min)	100
Shielding	Ar + 5% O2
Flow Rate (cfh)	40-50
Gas Cup Size (inch)	
Root face (inch)	0
Root opening (inch)	0
Angle	0

Close Page Edit WPS Print Preview Record WPS

Welding Procedure Specification

Basemetal Characteristic

Welding Process: Mechanical Properties Chemical Properties  
 Joint Type: Material Name: ASTM A131 Minimum Tensile Strength: 470 MPa  
 Welding Side: Material Grade/Class: AH32 Maximum Tensile Strength: 505 MPa  
 Material Description: ASTM A131-AH32 Minimum Yield Strength: 315 MPa  
 Thickness: 0.5 mm Maximum Yield Strength: 315 MPa  
 Material Elongation: 19 %

Electrode Lists

OK Approved 12.51

Manufacturer	Specification	Wire Size (in)	Wire Size (mm)	Wire Size (in)
ESAB	AWS A5.18	0.6	30-100	15-20
SOLID WIR	Classification: ER70S-6	0.8	60-200	18-24
		0.9	70-250	18-26
		1	80-300	18-32
		1.2	120-380	18-34
		1.4	150-420	22-36
		1.6	225-550	28-38

Chemical Composition

Element	Content (%)
C	0.08
Si	0.9
Mn	1.5
Ni	0
P	
S	
Cr	
Mo	
Nb	

Current Type: DCEP

Shielding Gas: Ar+20% CO2 or pure CO2

Transfer Mode: SF

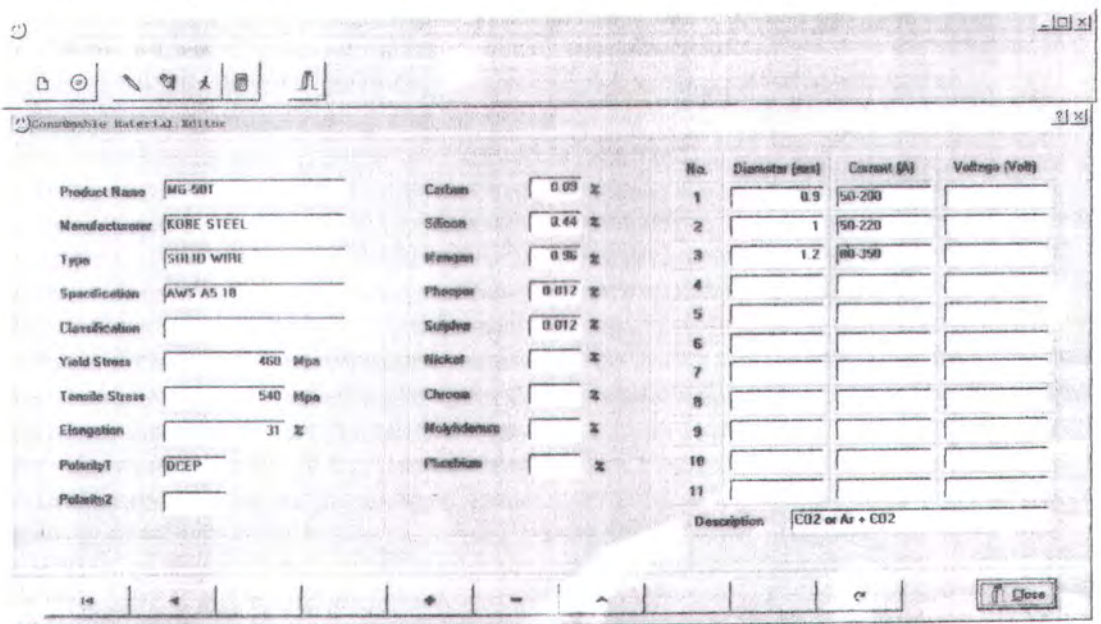
Close WPS

Gambar 2 Tampilan form Output dan form Informasi basemetal dan Electrode List.





Untuk memanipulasi data pendukung RhoWELD~2000, aktifkan menu Database, kemudian tentukan data yang ingin dimanipulasi, kemudian aktifkan tombol  $\Delta$  pada tombol navigator kemudian masukkan data yang akan digunakan untuk memanipulasi database. Apabila data sudah dimanipulasi aktifkan tombol  $\checkmark$



Gambar 4.10 in pemanipulasi data elektrode

Untuk melakukan pencarian pilih menu Search pada menu database untuk pencarian nama material induk, RhoWELD~2000 membutuhkan masukan grade material yang dicari dengan penekanan tombol OK. Hasil penyaringan ditampilkan pada tabel

Pencarian Elektrode yang sesuai dengan karakteristik material induk dapat dilakukan dengan mengaktifkan menu Database kemudian pilih search matching electrode. Data input yang dimasukkan adalah proses pengelasan, nama material induk hasil pencariannya di tampilkan pada tabel hasil penyaringan.

Joint Detail Editor

Basic Information

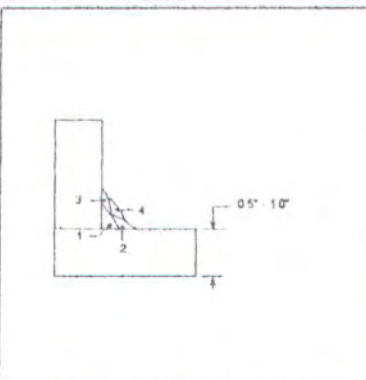
Welding Process:  Position:  Joint Type: ☐ Groove ☒ Fillet Weld Sides: ☒ Single ☐ Double

Transfer Mode:  Root Face (inch):  Current Type: ☐ AC ☒ DC Polarity: ☐ DCEN ☒ DCEP

Mig Thickness:  Root opening (inch):  ☐ Use Backing

Mag Thickness:  Angle:

Joint Detail



Pass Range

1	2-3	4	
Electrode Class	ER70S-2	ER70S-2	ER70S-2
Electrode Size (inch)	3/32	3/32	3/32
Electrode Current (Amperes)	450	450	400
Arc Voltage (Volts)	28	28	28
Arc Speed (inch/min)	12	7	7
Wire Speed (inch/min)	180	180	180
Flow Rate (cc/hr)	40-50	40-50	40-50
Gas Cup Size (inch)			
Shielding gas	Ar + 5% O <sub>2</sub>		

Draw Detail Load Detail

Gambar 5 tampilan form manipulasi data desain sambungan

Material Search

Search Characters by Grade

Search Result

Material	Grade	Material Desc	Min Tensile	Max Tensile	Min Yield	Max Yield	C
ASTM A106	B	ASTM A106 B	415	415	110	240	0.3
ASTM A131	B	ASTM A131 B	400	430	235	275	0.21
ASTM A139	B	ASTM A139 B	414	414	241	241	0.3
ASTM A500	B	ASTM A500-B	400	400	230	290	0.3
ASTM A53	B	ASTM A53 B	415	415	240	240	0.3
ASTM A575	B	ASTM A575 B	480	480	415	415	0.29

OK Cancel

Gambar 6 tampilan form pelacak data material induk



Material name :  Welding Process :

Search Result

Product Name	Manufacturer	Classification	Specification	Type	Tensile	Yield
OK Autrod 12.51	ESAB	ER70S-6	AWS A5.18	SOLID WIRE	560	
OK Autrod 12.64	ESAB	ER70S-6	AWS A5.18	SOLID WIRE	560	
MGS-50	KOBE STEEL	E70S-G	AWS A5.18	SOLID WIRE	590	
MGT-625	KOBE STEEL	E90S	AWS A5.18	WIRE	680	
MGS-63B	KOBE STEEL	E90S	AWS A5.18	WIRE	660	
MGS-70	KOBE STEEL	E100S	AWS A5.18	WIRE	730	
MGS-80S	KOBE STEEL	E110S	AWS A5.18	WIRE	780	
MGT-825	KOBE STEEL	E110S	AWS A5.18	WIRE	850	

Gambar 7 Tampilan form pelacakan elektrode



**LAMPIRAN  
LISTING PROGRAM**





```
{Unit Tampilan Utama}
```

```
unit Sdmain;
```

```
interface
```

```
uses Windows, Classes, Graphics, Forms, Controls,
Menus,
Dialogs, StdCtrls, Buttons, ExtCtrls, ComCtrls;
```

```
type
```

```
TSDIAppForm = class(TForm)
    SDIAppMenu: TMainMenu;
    FileMenu: TMenuItem;
    ExitItem: TMenuItem;
    N1: TMenuItem;
    Help1: TMenuItem;
    About1: TMenuItem;
    SpeedPanel: TPanel;
    ExitBtn: TSpeedButton;
    New1: TMenuItem;
    DataBase1: TMenuItem;
    ConsumableMaterial: TMenuItem;
    JointDetail1: TMenuItem;
    New13n: TSpeedButton;
    Open13n: TSpeedButton;
    SpeedButton2: TSpeedButton;
    SpeedButton3: TSpeedButton;
    SpeedButton6: TSpeedButton;
    Search1: TMenuItem;
    MaterialProperties1: TMenuItem;
    N2: TMenuItem;
    MatchingElectrode1: TMenuItem;
    WPS1: TMenuItem;
    Tool1: TMenuItem;
    Conversion1: TMenuItem;
    SpeedButton1: TSpeedButton;
    procedure ExitItemClick(Sender: TObject);
    procedure About1Click(Sender: TObject);
    procedure New1Click(Sender: TObject);
    procedure FormResize(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure JointDetail1Click(Sender: TObject);
    procedure ConsumableMaterial1Click(Sender:
TObject);
    procedure SpeedButton6Click(Sender: TObject);
    procedure MaterialProperties1Click(Sender:
TObject);
    procedure MatchingElectrode1Click(Sender:
TObject);
    procedure WPS1Click(Sender: TObject);
    procedure Conversion1Click(Sender: TObject);
private
    { Private declarations }
public
    { Public declarations }
end
```

```
var
```

```
SDIAppForm: TSDIAppForm;
```

```
Const
```

```
    Tinggi=40;
```

```
    Lebar=1014;
```

```
implementation
```

```
    uses About, Input, DetailEdit ModulWPS, CariOut;
```

```
    ConsumMaterial, Matfinder, FILEFINDER, WPSfinder,
Konversi;
```

```
($R *.DFM)
```

```
procedure TSDIAppForm.ExitItemClick(Sender:
TObject);
begin
    Application.Terminate;
end;
```

```
procedure TSDIAppForm.About1Click(Sender:
TObject);
begin
    AboutBox := TAboutBox.Create(Self);
    AboutBox.ShowModal;
    AboutBox.Free;
end;
```

```
procedure TSDIAppForm.New1Click(Sender:
TObject);
begin
    { Save13n.Enabled:=True; }
    frInput := TfrInput.Create(Self);
    frInput.ShowModal;
    frInput.Free;
end;
```

```
procedure TSDIAppForm.FormResize(Sender:
TObject);
begin
    ClientHeight:=Tinggi;
    ClientWidth:=Lebar;
end;
```

```
procedure TSDIAppForm.FormCreate(Sender:
TObject);
begin
    top:=0;
    left:=0;
    { SDIAppForm.New1Click; }
end;
```

```
procedure TSDIAppForm.JointDetail1Click(Sender:
TObject);
begin
    dmWPS.taDETAIL.Last;
    frDETAIL:=TfrDETAIL.Create(Self);
    frDETAIL.ShowModal;
    frDETAIL.Free;
end;
```

```
procedure
TSDIAppForm.ConsumableMaterial1Click(Sender:
TObject);
begin
    frCONSUMEEDIT:=TfrCONSUMEEDIT.Create(Self);
    frCONSUMEEDIT.ShowModal;
    frCONSUMEEDIT.Free;
end;
```

```
procedure TSDIAppForm.SpeedButton6Click(Sender:
TObject);
begin
    if
(WinExec('PBRUSHLEXP.SW_SHOWNORMAL')<32
)then
        MessageDlg('Unable to Load Paint
Brush', mtError, [mbOK], 0);
end;
```

```

procedure
TSDIAppForm.MaterialProperties1Click(Sender:
TObject);
begin
frMATFINDER:=TfrMATFINDER.Create(Self);
frMATFINDER.Show;
end;

procedure
TSDIAppForm.MatchingElectrode1Click(Sender:
TObject);
begin
frELECTFINDER:=TfrELECTFINDER.Create(Self);
frELECTFINDER.Show;
end;

procedure TSDIAppForm.WPS1Click(Sender:
TObject);
begin
frWPSFinder:=TfrWPSFinder.Create(Self);
frWPSFinder.Show;
end;

procedure TSDIAppForm.Conversion1Click(Sender:
TObject);
begin
frKonversi:=TfrKonversi.Create(Self);
frKonversi.ShowModal;
frKonversi.Free;
end;

end;

{Unit Input}
unit Input;

interface

uses
Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,
Controls, Forms, Dialogs,
StdCtrls, Buttons, Mask, DBCtrls, ComCtrls, ExtCtrls;

type
TfrInput = class(TForm)
PageControl1: TPageControl;
TabSheet1: TTabSheet;
GroupBox1: TGroupBox;
Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
Label5: TLabel;
Label6: TLabel;
Label8: TLabel;
CONAME: TEdit;
IDENT: TEdit;
REVNUM: TEdit;
DESIGNER: TEdit;
APPROVAL: TEdit;
GroupBox2: TGroupBox;
Label9: TLabel;
Label10: TLabel;
Label11: TLabel;
Label12: TLabel;
Label14: TLabel;

```

```

Label15: TLabel;
Label17: TLabel;
MATENAME: TDBLookupComboBox;
JTYPE: TComboBox;
WPOS: TComboBox;
Edit1: TEdit;
BACK: TCheckBox;
WSIDE: TCheckBox;
Label37: TLabel;
Panel1: TPanel;
bbMAKEWPS: TBitBtn;
StatusLabel: TStatusBar;
MATGRADE: TDBText;
Bevel1: TBevel;
Label13: TLabel;
WPROC: TComboBox;
Label26: TLabel;
WTYPE: TComboBox;
Label7: TLabel;
SPQRN: TEdit;
DATEDES: TDateTimePicker;
DATEAPP: TDateTimePicker;
bbClose: TBitBtn;
procedure CONAMEKeyPress(Sender: TObject; var
Key: Char);
procedure bbMAKEWPSClick(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure CONAMEChange(Sender: TObject);
procedure Edit1Exit(Sender: TObject);
procedure bbCloseClick(Sender: TObject);
procedure MATENAMEClick(Sender: TObject);
private
{ Private declarations }

NAMAT,Fgrade,Fdetail,CNM,WNO,RNO,JOBY,DTB
Y,APR,DTAP,SPQR,WPRC,WTP,WJT,WPO,
WSD,BCK,WJC,Ftmp,milai:String;
Tebal,v1,v2:Double;
Procedure MinMax1(aval:double;var min:double;var
max:double);

public
{ Public declarations }

end;

var
frInput: TfrInput;

implementation

{$R *.DFM};
uses ChnOut, ModulWPS, findout;

procedure TfrInput.CONAMEKeyPress(Sender:
TObject; var Key: Char)
begin
if (Key = #13) then
SendMessage(Handle,WM_NL,XTDLGC"TL",0,0)
end;

procedure TfrInput.bbMAKEWPSClick(Sender:
TObject);
begin
if matename.Text<>"" then
begin
CNM:=CONAME.Text;
WNO:=IDENT.Text;
RNO:=REVNUM.Text;

```



```

DBY:=DESIGNER.Text;
DTBY:=DateToStr(DATEDES.Date);
APR:=APPROVAL.Text;
DTAP:=DateToStr(DATEAPP.Date);
SPQR:=SPQRN.Text;
WPRC:=WPROC.Text;
WTP:=WTYPF.Text;
WJT:=JTYPF.Text;
Tebal:=StrToFloat(edit1.text);
if WJT='GROOVE' Then WJC:='G'
  else WJC:='F';
WPO:=WPOS.Text;
if (BACK.Checked=true) then BCK:='TRUE'
  else BCK:='FALSE';
if (WSD.Checked=true) then WSD:='DOUBLE'
  else WSD:='SINGLE';
dmWPS.QRTTEMP.Close;
MinMax1(Tebal,v1,v2);
Ftmp:='(MINTHICK='+'+FloatToStr(v1)+'+'AND
MAXTHICK>='+'+
FloatToStr(v2)+'+'+';
dmWPS.QRTTEMP.Filtered:=True;
dmWPS.QRTTEMP.Filter:=Ftmp;
dmWPS.QRTTEMP.Open;

frSEARCHINGDATA:=TfrSEARCHINGDATA.Create
e(self);
frSEARCHINGDATA.Show;
frSEARCHINGDATA.Animate1.active:=true;
frSEARCHINGDATA.Update;
dmWPS.QRDETAIL.Close;
Fdetail:='(WPROC='+'+WPRC+'+'AND
JOINTCODE:='+'+WJC+'+'AND POSCODE:='+
'+WPO+'+'AND
WELDTYPE:='+'+WSD+'+'AND
MINTHICK<='+'+FloatToStr(Tebal)+'
+'AND
MAXTHICK>='+'+FloatToStr(Tebal)+'+'AND
BACKING:='+'+BCK+'+';
dmWPS.QRDETAIL.Filtered:=True;
dmWPS.QRDETAIL.Filter:=Fdetail;
dmWPS.QRDETAIL.Open;
frSEARCHINGDATA.Close;
frSEARCHINGDATA.Free;
mlat:=dmWPS.QRDETAIL.PASS1.Value;
if (mlat<>'') then
  begin
    frSEARCHINGDATA.Animate1.active:=false;
    frSEARCHINGDATA.free;
    frWPS:=TfrWPS.Create(Self)
    With frWPS do
      begin
        WXP.Text:=WPRC;JXT.Text:=WJT;WXS.Text:=WSD
        ;WXT.Text:=WTP;
        PXN.Text:=WPO;MXN.Text:=NAMAT;TXB.Text:=Fl
        ootToStr(Tebal);
      end;
    frWPS.ShowModal;
    frWPS.Free;
  end
else
  MessageDlg('There is no match data. Update Your
  Database or Change Your Input',mtInformation,
  [mbOk],0);
end
else

```

```

  MessageDlg('You Have Not Selected Any Material ',
  mtWarning,[mbOk],0);
end;
procedure TfrInput.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  top:=87;
  Left:=52;
  StatusBar1.Panels.Items[0].Text:='Current Date :
  '+FormatDateTime('d - mmm - yyyy',Date));
end;

```

```

procedure TfrInput.CONAMEChange(Sender:
TObject);
begin
  If(CONAME.Text<>'')then
    StatusBar1.Panels.Items[1].Text:='Modified'
  Else
    StatusBar1.Panels.Items[1].Text:='';
end;

```

```

procedure TfrInput.Edit1Exit(Sender: TObject);
begin
  Try
    Tebal:=StrToFloat(Edit1.Text);
  Except
    on EConvertError do
      begin
        Application.MessageBox('Invalid Numeric
        Input','Error',MB_OK);
        Tebal:=1;
      end;
  end;
end;

```

```

Procedure TfrINPUT.MinMax1(aval:double;var
min:double;var max:double);
var vx1,vx2:double;
begin
  With dmWPS do
    begin
      taTEMP.First;
      while not taTEMP.EOF do
        begin
          vx1:=taTEMP.MINTHICK.Value;
          vx2:=taTEMP.MAXTHICK.Value;
          if (aval >=vx1) and (aval <=vx2) then
            begin
              min:=vx1;
              max:=vx2;
            end;
          else taTEMP.Next;
        end;
      end;
    end;
end;

```

```

procedure TfrInput.bbCloseClick(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;

```

```

procedure TfrInput.MAT:NAMEClick(Sender:
TObject);
begin
  NAMAT:=MAT:NAME.Text;

```

```

Fgrade := 'MATTDESC' := '+' + NAMAT + 'mm';
dmWPS.QRGRADEM.Close;
dmWPS.QRGRADEM.Filtered := True;
dmWPS.QRGRADEM.Filter := Fgrade;
dmWPS.QRGRADEM.Open;
end

```

```
end
```

# {Unit Output}

```
unit Output;
```

```
interface
```

```
uses
```

```

  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,
  Controls, Forms, Dialogs,
  DBCtrls, Mask, ExtCtrls, DBCGrids, StdCtrls,
  Buttons, ComCtrls;

```

```
type
```

```

TfrWPS = class(TForm)
  PageControl1: TPageControl;
  TabSheet2: TTabSheet;
  Panel1: TPanel;
  bbWPSREPORT: TBitBtn;
  bbGOBACK: TBitBtn;
  Bevel7: TBevel;
  Label18: TLabel;
  WXP: TEdit;
  Label21: TLabel;
  JXT: TEdit;
  Label20: TLabel;
  WXS: TEdit;
  Label19: TLabel;
  WXT: TEdit;
  Label22: TLabel;
  MXN: TEdit;
  Label23: TLabel;
  PXN: TEdit;
  Label24: TLabel;
  TXB: TEdit;
  Label25: TLabel;
  Label1: TLabel;
  DBEdit34: TDBEdit;
  Label2: TLabel;
  Label3: TLabel;
  Bevel1: TBevel;
  Bevel2: TBevel;
  Bevel3: TBevel;
  Bevel4: TBevel;
  Bevel6: TBevel;
  Bevel9: TBevel;
  Bevel10: TBevel;
  Bevel11: TBevel;
  Bevel12: TBevel;
  Bevel13: TBevel;
  Bevel14: TBevel;
  Bevel15: TBevel;
  Bevel16: TBevel;
  Bevel17: TBevel;
  Bevel18: TBevel;
  Bevel19: TBevel;
  DBCtrlGrid1: TDBCtrlGrid;
  Bevel5: TBevel;
  Shape1: TShape;
  Label36: TLabel;
  Label28: TLabel;

```

```

  Label29: TLabel;
  Label30: TLabel;
  Label32: TLabel;
  Label35: TLabel;
  Label33: TLabel;
  Label38: TLabel;
  Label31: TLabel;
  Label34: TLabel;
  Label4: TLabel;
  Label7: TLabel;
  Label10: TLabel;
  DBImage1: TDBImage;
  PSS1: TDBEdit;
  ECLS1: TDBEdit;
  ESZ1: TDBEdit;
  CRT1: TDBEdit;
  PLRT1: TDBEdit;
  ECR1: TDBEdit;
  AV1: TDBEdit;
  ASD1: TDBEdit;
  WS1: TDBEdit;
  SHIL1: TDBEdit;
  FWR1: TDBEdit;
  GCS1: TDBEdit;
  PSS2: TDBEdit;
  ECLS2: TDBEdit;
  ESZ2: TDBEdit;
  CRT2: TDBEdit;
  PLRT2: TDBEdit;
  ECR2: TDBEdit;
  AV2: TDBEdit;
  ASD2: TDBEdit;
  WS2: TDBEdit;
  SHIL2: TDBEdit;
  FWR2: TDBEdit;
  GCS2: TDBEdit;
  TSM: TDBEdit;
  PSS3: TDBEdit;
  ECLS3: TDBEdit;
  ESZ3: TDBEdit;
  CRT3: TDBEdit;
  PLRT3: TDBEdit;
  ECR3: TDBEdit;
  AV3: TDBEdit;
  ASD3: TDBEdit;
  WS3: TDBEdit;
  SHIL3: TDBEdit;
  FWR3: TDBEdit;
  GCS3: TDBEdit;
  Bevel20: TBevel;
  Bevel21: TBevel;
  Bevel22: TBevel;
  Bevel23: TBevel;
  Bevel24: TBevel;
  Bevel25: TBevel;
  Bevel26: TBevel;
  Bevel27: TBevel;
  Bevel28: TBevel;
  Bevel29: TBevel;
  Bevel30: TBevel;
  Label5: TLabel;
  Bevel31: TBevel;
  Bevel32: TBevel;
  Bevel33: TBevel;
  Bevel34: TBevel;
  Bevel35: TBevel;
  Bevel36: TBevel;
  Bevel37: TBevel;
  Bevel38: TBevel;

```



```

Bevel39: TBevel;
Bevel40: TBevel;
Bevel41: TBevel;
Bevel42: TBevel;
Bevel43: TBevel;
Bevel44: TBevel;
Bevel45: TBevel;
Bevel46: TBevel;
Bevel47: TBevel;
Bevel48: TBevel;
Bevel49: TBevel;
Bevel50: TBevel;
Bevel51: TBevel;
Bevel52: TBevel;
Bevel53: TBevel;
Bevel54: TBevel;
Bevel55: TBevel;
Bevel56: TBevel;
Bevel57: TBevel;
Bevel58: TBevel;
Bevel59: TBevel;
Bevel60: TBevel;
Bevel61: TBevel;
Bevel62: TBevel;
Bevel63: TBevel;
Bevel64: TBevel;
FRM: TBevel;
Bevel65: TBevel;
Label6: TLabel;
REC: TDBEdit;
Bevel66: TBevel;
Bevel67: TBevel;
Label8: TLabel;
ROP: TDBEdit;
Bevel68: TBevel;
Label9: TLabel;
Bevel69: TBevel;
AGL: TDBEdit;
Bevel70: TBevel;
bbEDIT: TBitBtn;
bbADDITIONAL: TBitBtn;
bbRECORD: TBitBtn;
procedure bbADDITIONALClick(Sender: TObject);
procedure bbGOBACKClick(Sender: TObject);
procedure bbWPSREPORTClick(Sender: TObject);
procedure PSS3Change(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure PSS2Change(Sender: TObject);
procedure bbEDITClick(Sender: TObject);
procedure bbRECORDClick(Sender: TObject);

private
    { Private declarations }
    fmaterial, fFILLER, fFILTERFILLER string;
    fc1, fc2, gm, sa1, sa2, sma1, sma2 string;

PABNO WPS REV DESI DESI APPRO DAPPROS
LTPORT CODE IB Strng;

public
    { Public declarations }
end;

var
    frWPS: TfrWPS;

implementation

{$R *.Dfm}

```

```

Uses
ModulWPS, WPSRep, EDITOUT, CarOut, UnitSimpn;

procedure TfrWPS.bbADDITIONALClick(Sender:
TObject);
begin
    if PPS1.Text<>'' then
        begin
            frSEARCH:=TfrSEARCH.Create(Self);
            dmWPS.QRMATERIAL.Close;
            fmaterial:='MATERIAL_DESC='+MXN.Text+'';
            dmWPS.QRMATERIAL.Filtered:=true;
            dmWPS.QRMATERIAL.Filter:=fmaterial;
            dmWPS.QRMATERIAL.Open;
            frSEARCH.Edit1.Text:=TXB.Text;
            fFILLER:='MATERIAL_DESC='+MXN.Text+'';
            dmWPS.QRFILLER.Close;
            dmWPS.QRFILLER.Filtered:=true;
            dmWPS.QRFILLER.Filter:=fFILLER;
            dmWPS.QRFILLER.Open;
            fc1:=dmWPS.QRFILLER.FCAW1.Value;
            fc2:=dmWPS.QRFILLER.FCAW2.Value;
            gm:=dmWPS.QRFILLER.GMAW.Value;
            sa1:=dmWPS.QRFILLERSAW1.Value;
            sa2:=dmWPS.QRFILLERSAW2.Value;
            sma1:=dmWPS.QRFILLERSMAW1.Value;
            sma2:=dmWPS.QRFILLERSMAW2.Value;
            if (WXP.Text='SMAW') then

FILTERFILLER:='((SPEC='+sma1+')OR(SPEC
='+
''+sma2+'))'
            else if (WXP.Text='FCAW') then

FILTERFILLER:='((SPEC='+fc1+')OR(SPEC='+
''+fc2+'))'
            else if (WXP.Text='GMAW') then
                FILTERFILLER:='SPEC='+gm+''
            else

FILTERFILLER:='((SPEC='+sa1+')OR(SPEC='
+
''+sa2+'))';
            dmWPS.QRCONSUM.Close;
            dmWPS.QRCONSUM.Filtered:=True;
            dmWPS.QRCONSUM.Filter:=FILTERFILLER;
            dmWPS.QRCONSUM.Open;
            frSEARCH.ShowModal;
            frSEARCH.Free;
        end
    else
        MessageDlg('There is no match data', mtInformation,
[mbOk], 0);
    end;

procedure TfrWPS.bbGOBACKClick(Sender:
TObject);
begin
    Close;
end;

procedure TfrWPS.bbWPSREPORTClick(Sender:
TObject);
begin
    if PPS1.Text<>'' then
        begin
            fFILLER:='MATERIAL_DESC='+MXN.Text+'';
            dmWPS.QRFILLER.Close;

```

```

dmWPS.QRFiller.Filtered:=true;
dmWPS.QRFiller.Filter:=fFILLER;
dmWPS.QRFiller.Open;
fc1:=dmWPS.QRFiller.FCAW1.Value;
fc2:=dmWPS.QRFiller.FCAW2.Value;
gm:=dmWPS.QRFiller.GMAW.Value;
sa1:=dmWPS.QRFiller.SAW1.Value;
sa2:=dmWPS.QRFiller.SAW2.Value;
sma1:=dmWPS.QRFiller.SMAW1.Value;
sma2:=dmWPS.QRFiller.SMAW2.Value;
if (WXP.Text='SMAW') then

FILTERFILLER:=((SPEC=''+sma1+'')OR(SPEC=
''+
''+sma2+''))
else if (WXP.Text='FCAW') then

FILTERFILLER:=((SPEC=''+fc1+'')OR(SPEC=''+
''+fc2+''))
else if (WXP.Text='GMAW') then
FILTERFILLER:='SPEC'+''+gm+''
else

FILTERFILLER:=((SPEC=''+sa1+'')OR(SPEC=''+
''+sa2+'')));
dmWPS.QRCONSUM.Close;
dmWPS.QRCONSUM.Filtered:=True;
dmWPS.QRCONSUM.Filter:=FILTERFILLER;
dmWPS.QRCONSUM.Open;
frREPORT:=TfrREPORT.Create(Self);
frREPORT.WELDPROCESS.Caption:=WXP.Text;
frREPORT.PRXL.Caption:=WXP.Text;
frREPORT.WELDTYPE.Caption:=WXT.Text;
frREPORT.MATDESC.Caption:=MXN.Text;
frREPORT.THIX.Caption:=TXB.Text;
frREPORT.TRMODE.Caption:=TSM.Text;
frREPORT.WPSreport.Preview;
frREPORT.Free;
end
else
MessageDlg('There is no match data',mtInformation,
[mbOk], 0);
end;

procedure TfrWPS.PSS3Change(Sender: TObject);
begin
if (PSS3.Text<>'' ) then
CRT3.DataField:='CURTYPE';
PLRT3.DataField:='POLARITY';
SHIL3.DataField:='SHIELDING';
end;

procedure TfrWPS.FormCreate(Sender: TObject);
begin
top:=86;
left:=1;
end;

procedure TfrWPS.PSS2Change(Sender: TObject);
begin
if PSS2.Text<>'' then
CRT2.DataField:='CURTYPE';
PLRT2.DataField:='POLARITY';
SHIL2.DataField:='SHIELDING';
end;

```

```

procedure TfrWPS.bbEDITClick(Sender: TObject);
begin
if PSS1.Text<>'' then
begin
frEDITWPS:=TfrEDITWPS.Create(Self);
with frEDITWPS do
begin
WXP.Text:=frWPS.WXP.Text;
JXT.Text:=frWPS.JXT.Text;
WXS.Text:=frWPS.WXS.Text;
WXT.Text:=frWPS.WXT.Text;
PXN.Text:=frWPS.PXN.Text;
MXN.Text:=frWPS.MXN.Text;
TXP.Text:=frWPS.DBEdit34.Text;
TXB.Text:=frWPS.TXB.Text;
PSS1.Text:=frWPS.PSS1.Text;
ECLS1.Text:=frWPS.ECLS1.Text;
ESZ1.Text:=frWPS.ESZ1.Text;
CRT1.Text:=frWPS.CRT1.Text;
PLRT1.Text:=frWPS.PLRT1.Text;
ECR1.Text:=frWPS.ECR1.Text;
AV1.Text:=frWPS.AV1.Text;
ASD1.Text:=frWPS.ASD1.Text;
WS1.Text:=frWPS.WS1.Text;
SHIL1.Text:=frWPS.SHIL1.Text;
FWR1.Text:=frWPS.FWR1.Text;
GCS1.Text:=frWPS.GCS1.Text;
{Pass Ke-dua }
PSS2.Text:=frWPS.PSS2.Text;
ECLS2.Text:=frWPS.ECLS2.Text;
ESZ2.Text:=frWPS.ESZ2.Text;
CRT2.Text:=frWPS.CRT2.Text;
PLRT2.Text:=frWPS.PLRT2.Text;
ECR2.Text:=frWPS.ECR2.Text;
AV2.Text:=frWPS.AV2.Text;
ASD2.Text:=frWPS.ASD2.Text;
WS2.Text:=frWPS.WS2.Text;
SHIL2.Text:=frWPS.SHIL2.Text;
FWR2.Text:=frWPS.FWR2.Text;
GCS2.Text:=frWPS.GCS2.Text;
{Pass Ke-tiga dst.}
PSS3.Text:=frWPS.PSS3.Text;
ECLS3.Text:=frWPS.ECLS3.Text;
ESZ3.Text:=frWPS.ESZ3.Text;
CRT3.Text:=frWPS.CRT3.Text;
PLRT3.Text:=frWPS.PLRT3.Text;
ECR3.Text:=frWPS.ECR3.Text;
AV3.Text:=frWPS.AV3.Text;
ASD3.Text:=frWPS.ASD3.Text;
WS3.Text:=frWPS.WS3.Text;
SHIL3.Text:=frWPS.SHIL3.Text;
FWR3.Text:=frWPS.FWR3.Text;
GCS3.Text:=frWPS.GCS3.Text;
{Output - sama}
TSM.Text:=frWPS.TSM.Text;
RFC.Text:=frWPS.RFC.Text;
ROF.Text:=frWPS.ROF.Text;
AGL.Text:=frWPS.AGL.Text;
end;
frEDITWPS.ShowModal;
frEDITWPS.Free;
end
else
MessageDlg('There is no match data',mtInformation,
[mbOk], 0);
end;

```

```

procedure TfrWPS.bbRECORDERClick(Sender:
TObject);
begin
frSAVEID:=TfrSAVEID.Create(self);
with frSAVEID do
begin
PAB:=CONAME.Text;
NOWPS:=IDENT.Text;
REVI:=REVNUM.Text;
DESI:=DESIGNER.Text;
DDESI:=DateToStr(DATEDES.Date);
APPRO:=APPROVAL.Text;
DAPPRO:=DateToStr(DATEAPP.Date);
SUPPORT:=SPQRN.Text;
JB:=label11.Caption;
end;
frSAVEID.ShowModal;
frSAVEID.Free;
{Inserting Record To Database}
if JXT.Text='GROOVE' then JCODE:='G' else
JCODE:='I';
with dmWPS do
begin
taSIMPAN.Last;
taSIMPAN.Append;
taSIMPAN.FieldValues['CONAME']:=PAB;
taSIMPAN.FieldValues['IDENT']:=NOWPS;
taSIMPAN.FieldValues['REV']:=REVI;
taSIMPAN.FieldValues['DESIGN']:=DESI;
taSIMPAN.FieldValues['DESIGNY']:=DDESI;
taSIMPAN.FieldValues['APPROVE']:=APPRO;
taSIMPAN.FieldValues['DAPPRO']:=DAPPRO;
taSIMPAN.FieldValues['SUPPORT']:=SUPPORT;

taSIMPAN.FieldValues['MATERIAL']:=MXN.Text;
taSIMPAN.FieldValues['THICK']:=TXB.Text;
taSIMPAN.FieldValues['WPROX']:=WXP.Text;
taSIMPAN.FieldValues['JOINTCODE']:=JCODE;

taSIMPAN.FieldValues['WELDTYPE']:=WXT.Text;
taSIMPAN.FieldValues['POSCODE']:=PXN.Text;

taSIMPAN.FieldValues['WELDTYPE']:=WXS.Text;
taSIMPAN.FieldValues['BACKING']:=JB;

taSIMPAN.FieldValues['TRANSMODE']:=TSM.Text;
taSIMPAN.FieldValues['CURTYPE']:=CRTI.Text;

taSIMPAN.FieldValues['SHIELDING']:=SHILL.Text;

taSIMPAN.FieldValues['POLARITY']:=PLRTI.Text;
taSIMPAN.FieldValues['ROOT']:=RFC.Text;
taSIMPAN.FieldValues['ROOTP']:=ROP.Text;
taSIMPAN.FieldValues['ANGLE']:=AGL.Text;
{Pass Ke - satu}
taSIMPAN.FieldValues['PASS1']:=PSS1.Text;
taSIMPAN.FieldValues['CLASS1']:=ECLS1.Text;
taSIMPAN.FieldValues['SIZE1']:=ESZ1.Text;

taSIMPAN.FieldValues['CURRENT1']:=ECR1.Text;
taSIMPAN.FieldValues['ARCSPEED1']:=
ASD1.Text;
taSIMPAN.FieldValues['VOLTS1']:=AV1.Text;

taSIMPAN.FieldValues['GASFLOW1']:=FWR1.Text;
taSIMPAN.FieldValues['GASCUP1']:=GCS1.Text;

```

```

taSIMPAN.FieldValues['WIRESPED1']:=
WS1.Text;
{Pass Ke - dua }
taSIMPAN.FieldValues['PASS2']:=PSS2.Text;
taSIMPAN.FieldValues['CLASS2']:=ECLS2.Text;
taSIMPAN.FieldValues['SIZE2']:=ESZ2.Text;

taSIMPAN.FieldValues['CURRENT2']:=ECR2.Text;
taSIMPAN.FieldValues['ARCSPEED2']:=
ASD2.Text;
taSIMPAN.FieldValues['VOLTS2']:=AV2.Text;

taSIMPAN.FieldValues['GASFLOW2']:=FWR2.Text;
taSIMPAN.FieldValues['GASCUP2']:=GCS2.Text;
taSIMPAN.FieldValues['WIRESPED2']:=
WS2.Text;
{Pass Ke - tiga}
taSIMPAN.FieldValues['PASS3']:=PSS3.Text;
taSIMPAN.FieldValues['CLASS3']:=ECLS3.Text;
taSIMPAN.FieldValues['SIZE3']:=ESZ3.Text;

taSIMPAN.FieldValues['CURRENT3']:=ECR3.Text;
taSIMPAN.FieldValues['ARCSPEED3']:=
ASD3.Text;
taSIMPAN.FieldValues['VOLTS3']:=AV3.Text;

taSIMPAN.FieldValues['GASFLOW3']:=FWR3.Text;
taSIMPAN.FieldValues['GASCUP3']:=GCS3.Text;
taSIMPAN.FieldValues['WIRESPED3']:=
WS3.Text;
taSIMPAN.Post;
end;
end;

end;

```

#### {Unit Additional Information}

unit CariOut;

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,  
Controls, Forms, Dialogs,  
StdCtrls, DBCtrls, ExtCtrls, DBCGrids, Buttons,  
Mask, ComCtrls;

type

```

TfrSEARCH = class(TForm)
Panel1: TPanel;
PageControl1: TPageControl;
TabSheet1: TTabSheet;
Label22: TLabel;
Label23: TLabel;
Label24: TLabel;
Label25: TLabel;
Label26: TLabel;
Label27: TLabel;
Label28: TLabel;
Label29: TLabel;
Label30: TLabel;
Label31: TLabel;
Label32: TLabel;
Label33: TLabel;
Label34: TLabel;
Label35: TLabel;
Label36: TLabel;
DBEdit1: TDBEdit;

```



```

DBEdit2: TDBEdit;
DBEdit3: TDBEdit;
DBEdit7: TDBEdit;
DBEdit8: TDBEdit;
DBEdit9: TDBEdit;
DBEdit5: TDBEdit;
DBEdit6: TDBEdit;
Edit1: TEdit;
TabSheet2: TTabSheet;
Label37: TLabel;
Label38: TLabel;
Label39: TLabel;
Label40: TLabel;
Label41: TLabel;
Label42: TLabel;
Label43: TLabel;
Label44: TLabel;
Label45: TLabel;
Label46: TLabel;
Label47: TLabel;
Label48: TLabel;
Label49: TLabel;
Label50: TLabel;
Label51: TLabel;
Label52: TLabel;
Label53: TLabel;
Label54: TLabel;
Label55: TLabel;
DBEdit13: TDBEdit;
DBEdit14: TDBEdit;
DBEdit22: TDBEdit;
DBEdit15: TDBEdit;
DBEdit17: TDBEdit;
DBEdit16: TDBEdit;
DBEdit18: TDBEdit;
DBEdit21: TDBEdit;
DBEdit19: TDBEdit;
DBEdit20: TDBEdit;
Panel2: TPanel;
Panel3: TPanel;
BitBtn1: TBitBtn;
DBCtrlGrid1: TDBCtrlGrid;
Bevel1: TBevel;
DBText1: TDBText;
DBText2: TDBText;
DBText3: TDBText;
DBText4: TDBText;
DBText5: TDBText;
Label1: TLabel;
Label2: TLabel;
Label3: TLabel;
Label4: TLabel;
DBText6: TDBText;
Label5: TLabel;
DBText7: TDBText;
DBText8: TDBText;
DBText9: TDBText;
DBText10: TDBText;
Label6: TLabel;
DBText11: TDBText;
DBText12: TDBText;
DBText13: TDBText;
DBText14: TDBText;
DBText15: TDBText;
DBText16: TDBText;
DBText17: TDBText;
DBText18: TDBText;
DBText19: TDBText;
Label7: TLabel;

```

```

DBText20: TDBText;
DBText21: TDBText;
DBText22: TDBText;
DBText23: TDBText;
DBText24: TDBText;
DBText25: TDBText;
DBText26: TDBText;
DBText27: TDBText;
DBText28: TDBText;
DBText29: TDBText;
Label8: TLabel;
DBText30: TDBText;
DBText31: TDBText;
DBText32: TDBText;
DBText33: TDBText;
DBText34: TDBText;
DBText35: TDBText;
DBText36: TDBText;
DBText37: TDBText;
DBText38: TDBText;
DBText39: TDBText;
Label9: TLabel;
Label10: TLabel;
Label11: TLabel;
Label12: TLabel;
Label13: TLabel;
Label14: TLabel;
Label15: TLabel;
Label16: TLabel;
DBText41: TDBText;
DBText42: TDBText;
Label17: TLabel;
Label18: TLabel;
Label19: TLabel;
DBText40: TDBText;
Label20: TLabel;
DBText43: TDBText;
DBText44: TDBText;
DBText45: TDBText;
Label21: TLabel;
Label56: TLabel;
DBText46: TDBText;
Label57: TLabel;
DBText47: TDBText;
Label58: TLabel;
DBText48: TDBText;
Label59: TLabel;
DBText49: TDBText;
Label60: TLabel;
DBText50: TDBText;
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;

var
  FSEARCH: TSEARCH;

implementation

{$R * DFM}
uses ModulWPS;

end;

{Unit Edit Report WPS}
unit EDITOUT;

```

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,  
Controls, Forms, Dialogs,  
ExtCtrls, StdCtrls, Buttons, ComCtrls, DBCtrls;

type

```
TfrfEDITWPS = class(TForm)
  PageControl1: TPageControl;
  TabSheet2: TTabSheet;
  Bevel7: TBevel;
  Bevel19: TBevel;
  Bevel18: TBevel;
  Bevel12: TBevel;
  Bevel13: TBevel;
  Bevel14: TBevel;
  Bevel15: TBevel;
  Bevel11: TBevel;
  Bevel10: TBevel;
  Bevel17: TBevel;
  Bevel16: TBevel;
  Bevel3: TBevel;
  Bevel2: TBevel;
  Bevel1: TBevel;
  Label18: TLabel;
  Label21: TLabel;
  Label20: TLabel;
  Label19: TLabel;
  Label22: TLabel;
  Label23: TLabel;
  Label24: TLabel;
  Label25: TLabel;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  Label3: TLabel;
  Bevel4: TBevel;
  Bevel6: TBevel;
  Bevel9: TBevel;
  WXT: TEdit;
  PXN: TEdit;
  MXN: TEdit;
  Panel1: TPanel;
  bbWPSREPORT: TBitBtn;
  bbCLOSE: TBitBtn;
  WXP: TEdit;
  JXT: TEdit;
  WXS: TEdit;
  TXB: TEdit;
  Panel2: TPanel;
  Shape1: TShape;
  Bevel5: TBevel;
  Label7: TLabel;
  Bevel64: TBevel;
  Bevel8: TBevel;
  Bevel31: TBevel;
  Label5: TLabel;
  Bevel32: TBevel;
  Label28: TLabel;
  Bevel33: TBevel;
  Label29: TLabel;
  Bevel34: TBevel;
  Label30: TLabel;
  Bevel35: TBevel;
  Label32: TLabel;
  Bevel36: TBevel;
  Label35: TLabel;
  Bevel37: TBevel;
  Label33: TLabel;
```

```
Bevel38: TBevel;
Label38: TLabel;
Bevel39: TBevel;
Label31: TLabel;
Bevel40: TBevel;
Label34: TLabel;
Bevel41: TBevel;
Label4: TLabel;
Bevel65: TBevel;
Label6: TLabel;
Bevel66: TBevel;
Bevel67: TBevel;
Label8: TLabel;
Bevel68: TBevel;
Bevel69: TBevel;
Label9: TLabel;
Bevel30: TBevel;
Bevel29: TBevel;
Bevel28: TBevel;
Bevel27: TBevel;
Bevel26: TBevel;
Bevel25: TBevel;
Bevel24: TBevel;
Bevel23: TBevel;
Bevel22: TBevel;
Bevel21: TBevel;
Bevel20: TBevel;
Bevel42: TBevel;
Bevel43: TBevel;
Bevel44: TBevel;
Bevel45: TBevel;
Bevel46: TBevel;
Bevel47: TBevel;
Bevel48: TBevel;
Bevel49: TBevel;
Bevel50: TBevel;
Bevel51: TBevel;
Bevel52: TBevel;
Bevel63: TBevel;
Bevel62: TBevel;
Bevel61: TBevel;
Bevel60: TBevel;
Bevel59: TBevel;
Bevel58: TBevel;
Bevel57: TBevel;
Bevel56: TBevel;
Bevel55: TBevel;
Bevel54: TBevel;
Bevel53: TBevel;
TXP: TEdit;
PSS1: TEdit;
ECL51: TEdit;
ESZ1: TEdit;
CRT1: TEdit;
PLRT1: TEdit;
ECR1: TEdit;
AV1: TEdit;
ASD1: TEdit;
WS1: TEdit;
SHIL1: TEdit;
FWR1: TEdit;
GCS1: TEdit;
PSS2: TEdit;
ECL52: TEdit;
ESZ2: TEdit;
CRT2: TEdit;
PLRT2: TEdit;
ECR2: TEdit;
AV2: TEdit;
```

```

ASD2: TEdit;
WS2: TEdit;
SHIL2: TEdit;
FWR2: TEdit;
GCS2: TEdit;
PSS3: TEdit;
ECLS3: TEdit;
ESZ3: TEdit;
CRT3: TEdit;
PLRT3: TEdit;
ECR3: TEdit;
AV3: TEdit;
ASD3: TEdit;
WS3: TEdit;
SHIL3: TEdit;
FWR3: TEdit;
GCS3: TEdit;
TSM: TEdit;
RFC: TEdit;
ROF: TEdit;
Bevel70: TBevel;
AGL: TEdit;
DIGIAMBAR: TDBImage;
bbADDITIONAL: TBitBtn;
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure bbWPSREPORTClick(Sender: TObject);
procedure bbADDITIONALClick(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
  fmaterial, fFILLER, FILTERFILLER: string;
  fc1, fc2, gm, sa1, sa2, sma1, sma2: string;
public
  { Public declarations }
end;

var
  frEDITWPS: TfrEDITWPS;

implementation

{$R *.DFM}

Uses ModulWPS, Input, CariOut, WPSRep1;

procedure TfrEDITWPS.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  top:=86;
  Left:=1;
end;

procedure TfrEDITWPS.bbWPSREPORTClick(Sender:
TObject);
begin
  dmWPS.QRMATERIAL.Close;

  fmaterial:= 'MATERIAL. DESC '+MXN.Text+'';
  dmWPS.QRMATERIAL.Filter:=fmaterial;
  dmWPS.QRMATERIAL.Open;
  FILLER:='MATERIAL. DESC '+MXN.Text+'';
  dmWPS.QRFILTER.Close;
  dmWPS.QRFILTER.Filter:=true;
  dmWPS.QRFILTER.Filter:=fFILLER;
  dmWPS.QRFILTER.Open;
  fc1:=dmWPS.QRFILTER.FCAW1.Value;
  fc2:=dmWPS.QRFILTER.FCAW2.Value;
  gm:=dmWPS.QRFILTER.GMAW.Value;
  sa1:=dmWPS.QRFILTER.SAW1.Value;

```

```

  sa2:=dmWPS.QRFILTER.SAW2.Value;
  sma1:=dmWPS.QRFILTER.SMAW1.Value;
  sma2:=dmWPS.QRFILTER.SMAW2.Value;
  if (WXP.Text='SMAW') then

FILTERFILLER:='((SPEC='+MXN.Text+')OR(SPEC=
'+
  MXN2+''))';
  else if (WXP.Text='FCAW') then

FILTERFILLER:='((SPEC='+MXN.Text+')OR(SPEC=
'+
  fc2+''))';
  else if (WXP.Text='GMAW') then
    FILTERFILLER:='SPEC='+gm+'';
  else

FILTERFILLER:='((SPEC='+MXN.Text+')OR(SPEC=
+
  sa2+''))';
  dmWPS.QRCONSUM.Close;
  dmWPS.QRCONSUM.Filtered:=True;
  dmWPS.QRCONSUM.Filter:=FILTERFILLER;
  dmWPS.QRCONSUM.Open;
  frReport1:=TfrReport1.Create(Self);

  with frReport1 do
    begin
      PSC.Caption:=PXN.Text;
      JCODE.Caption:=JXT.Text;
      WELDTYPE.Caption:=WXT.Text;
      WELDPROCESS.Caption:=WXP.Text;
      WTYPE.Caption:=WXS.Text;
      MATDESC.Caption:=MXN.Text;
      THIX.Caption:=TXB.Text;
      ROOTO.Caption:=ROF.Text;
      ROOTF.Caption:=RFC.Text;
      ANGLE.Caption:=AGL.Text;
      TRMODE.Caption:=TSM.Text;
      CURTYPE.Caption:=CRT1.Text;
      POLAR.Caption:=PLRT1.Text;
      ECLASS.Caption:=ECLS1.Text;
      SHIELD.Caption:=SHIL1.Text;
      FWRT.Caption:=FWR1.Text;
      GCSZ.Caption:=GCS1.Text;
      PASS1.Caption:=PSS1.Text;
      PASS2.Caption:=PSS2.Text;
      PASS3.Caption:=PSS3.Text;
      ECLASS1.Caption:=ECLS1.Text;
      ECLASS2.Caption:=ECLS2.Text;
      ECLASS3.Caption:=ECLS3.Text;
      DIM1.Caption:=ESZ1.Text;
      DIM2.Caption:=ESZ2.Text;
      DIM3.Caption:=ESZ3.Text;
      CUR.Caption:=CRT1.Text;
      POL.Caption:=PLRT1.Text;
      AMP1.Caption:=ECR1.Text;
      AMP2.Caption:=ECR2.Text;
      AMP3.Caption:=ECR3.Text;
    end;
  frReport1.WPSReport.Preview;
  frReport1.free;
end;

procedure TfrEDITWPS.bbADDITIONALClick(Sender:
TObject);
begin
  if PSS1.Text<>'' then
    begin
      frSEARCH:=TfrSEARCH.Create(Self);

```



```

dmWPS QRMATERIAL Close;
fmaterial := 'MATERIAL DE:SC=' + "" + MXN Text + "";
dmWPS QRMATERIAL Filtered := true;
dmWPS QRMATERIAL Filter := fmaterial;
dmWPS QRMATERIAL Open;
frSEARCH Edit1 Text := TXB Text;
fFILLER := 'MATERIAL DE:SC=' + "" + MXN Text + "";
dmWPS QRFILLER Close;
dmWPS QRFILLER Filtered := true;
dmWPS QRFILLER Filter := fFILLER;
dmWPS QRFILLER Open;
fc1 := dmWPS QRFILLERFCAW1 Value;
fc2 := dmWPS QRFILLERFCAW2 Value;
gm := dmWPS QRFILLERGMMAW Value;
sa1 := dmWPS QRFILLERSAW1 Value;
sa2 := dmWPS QRFILLERSAW2 Value;
sma1 := dmWPS QRFILLERSMAW1 Value;
sma2 := dmWPS QRFILLERSMAW2 Value;
if (WXP Text = 'SMAW') then
    FILTERFILLER := ((SPEC = ' + "" + sma1 + "" + ') OR (SPEC = ' +
        "" + sma2 + "" + '))';
    else if (WXP Text = 'FCAW') then
        FILTERFILLER := ((SPEC = ' + "" + fc1 + "" + ') OR (SPEC = ' +
            "" + fc2 + "" + '))';
    else if (WXP Text = 'GMAW') then
        FILTERFILLER := 'SPEC = ' + "" + gm + "" + '
    else
        FILTERFILLER := ((SPEC = ' + "" + sa1 + "" + ') OR (SPEC = ' +
            "" + sa2 + "" + '))';
dmWPS QRCONSUM Close;
dmWPS QRCONSUM Filtered := True;
dmWPS QRCONSUM filter := FILTERFILLER;
dmWPS QRCONSUM Open;
frSEARCH ShowModal;
frSEARCH Free;
end
else
    MessageDlg('There is no match data', mtInformation,
[mbOk], 0);
end;
end;

```

#### [Unit Report WPS]

unit WPSRep;

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,  
Controls, Forms, Dialogs,  
ComCtrls, StdCtrls, Buttons, Grids, DBGrids, QreCtrls,  
QuickRpt, ExtCtrls;

type

```

TfrREPORT = class(TForm)
    WPSReport: TQuickRep;
    QRBand1: TQRBand;
    QRLabel1: TQRLabel;
    QRLabel2: TQRLabel;
    QRLabel3: TQRLabel;
    QRShape6: TQRShape;
    QRImage1: TQRImage;
    QRBand2: TQRBand;
    QRShape13: TQRShape;

```

```

    QRShape7: TQRShape;
    QRLabel32: TQRLabel;
    QRLabel4: TQRLabel;
    QRLabel5: TQRLabel;
    QRLabel6: TQRLabel;
    QRLabel8: TQRLabel;
    QRLabel9: TQRLabel;
    QRLabel10: TQRLabel;
    QRLabel11: TQRLabel;
    QRLabel12: TQRLabel;
    QRShape1: TQRShape;
    QRShape2: TQRShape;
    QRLabel7: TQRLabel;
    QRLabel13: TQRLabel;
    QRLabel14: TQRLabel;
    QRLabel15: TQRLabel;
    QRLabel16: TQRLabel;
    QRShape4: TQRShape;
    QRShape5: TQRShape;
    QRLabel17: TQRLabel;
    QRLabel18: TQRLabel;
    QRLabel19: TQRLabel;
    QRLabel20: TQRLabel;
    QRLabel21: TQRLabel;
    QRLabel23: TQRLabel;
    QRLabel22: TQRLabel;
    QRLabel25: TQRLabel;
    QRLabel24: TQRLabel;
    QRLabel26: TQRLabel;
    QRLabel27: TQRLabel;
    QRLabel28: TQRLabel;
    QRLabel29: TQRLabel;
    QRDBText10: TQRDBText;
    QRShape8: TQRShape;
    QRLabel30: TQRLabel;
    QRLabel31: TQRLabel;
    QRDBText15: TQRDBText;
    QRDBText23: TQRDBText;
    QRDBText24: TQRDBText;
    QRDBText25: TQRDBText;
    QRDBText26: TQRDBText;
    QRDBText27: TQRDBText;
    QRDBText29: TQRDBText;
    QRDBText30: TQRDBText;
    QRDBText33: TQRDBText;
    QRDBText34: TQRDBText;
    QRDBText36: TQRDBText;
    QRDBText37: TQRDBText;
    QRDBText40: TQRDBText;
    QRLabel33: TQRLabel;
    QRLabel34: TQRLabel;
    QRLabel35: TQRLabel;
    QRLabel36: TQRLabel;
    QRShape26: TQRShape;
    QRLabel42: TQRLabel;
    QRLabel43: TQRLabel;
    QRLabel44: TQRLabel;
    QRLabel45: TQRLabel;
    QRLabel46: TQRLabel;
    QRLabel47: TQRLabel;
    QRLabel48: TQRLabel;
    QRLabel49: TQRLabel;
    QRLabel50: TQRLabel;
    QRShape17: TQRShape;
    QRLabel52: TQRLabel;
    QRLabel53: TQRLabel;
    QRLabel54: TQRLabel;
    QRLabel55: TQRLabel;
    QRLabel56: TQRLabel;

```

```

QRIlabel57: TQRIlabel;
COMP: TQRIlabel;
WELDPPROCESS: TQRIlabel;
SPQRNUM: TQRIlabel;
WPSNUM: TQRIlabel;
REVNUM: TQRIlabel;
DESIGNER: TQRIlabel;
AUTHOR: TQRIlabel;
WELDTYPE: TQRIlabel;
MATDESC: TQRIlabel;
THICK: TQRIlabel;
PRX1: TQRIlabel;
QRIlabel58: TQRIlabel;
REVD: TQRIlabel;
QRIlabel59: TQRIlabel;
APRD: TQRIlabel;
TRMODE: TQRIlabel;
VPROGRESS: TQRIlabel;
QRIlabel37: TQRIlabel;
QRShape9: TQRShape;
QRShape10: TQRShape;
QRShape11: TQRShape;
QRShape12: TQRShape;
QRShape15: TQRShape;
QRShape16: TQRShape;
QRShape18: TQRShape;
QRShape19: TQRShape;
QRShape14: TQRShape;
QRShape20: TQRShape;
QRDBImage1: TQRDBImage;
QRDBText1: TQRDBText;
QRDBText2: TQRDBText;
QRDBText3: TQRDBText;
QRIlabel39: TQRIlabel;
QRDBText4: TQRDBText;
QRIlabel40: TQRIlabel;
QRDBText5: TQRDBText;
QRIlabel41: TQRIlabel;
QRDBText6: TQRDBText;
QRDBText7: TQRDBText;
QRDBText8: TQRDBText;
QRShape3: TQRShape;
QRShape21: TQRShape;
QRIlabel60: TQRIlabel;
QRIlabel61: TQRIlabel;
QRShape22: TQRShape;
QRDBText9: TQRDBText;
QRDBText11: TQRDBText;
QRDBText12: TQRDBText;
QRDBText13: TQRDBText;
QRDBText14: TQRDBText;
QRDBText16: TQRDBText;
QRDBText17: TQRDBText;
QRDBText18: TQRDBText;
QRDBText19: TQRDBText;
procedure FormCreate(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public

end;

var
  TfrREPORT, TfrREPORT;

implementation
{$R * DFM;}
uses input, MODULWPS;

```

```

procedure TfrREPORT.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  COMP.Caption:=frINPUT.CONAME.Text;
  SPQRNUM.Caption:=frINPUT.SPQRN.Text;
  WPSNUM.Caption:=frINPUT.IDENT.Text;
  REVNUM.Caption:=frINPUT.REVNUM.Text;

  REVD.Caption:=DateToStr(frINPUT.DATEDES.date);
  DESIGNER.Caption:=frINPUT.DESIGNER.Text;

  APRD.Caption:=DateToStr(frINPUT.DATEAPP.Date);
  AUTHOR.Caption:=frINPUT.APPROVAL.Text;
  if QRDBText2.Caption='VERTICAL UP' then
    VPROGRESS.Caption:='UP'
  else if QRDBText2.Caption='VERTICAL DOWN'
  then
    VPROGRESS.Caption:='DOWN'
  else VPROGRESS.Caption:='NONE';
end;

end;

{ Unit Module }
unit ModulWPS;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,
  Controls, Forms, Dialogs,
  Db, DBTables;

type
  TdmWPS = class(TDataModule)
    taMATBASE: TTable;
    dsMATBASE: TDataSource;
    taMATMEC: TTable;
    dsMATMEC: TDataSource;
    taMATCEM: TTable;
    dsMATCEM: TDataSource;
    taMATFILLER: TTable;
    dsMATFILLER: TDataSource;
    taMATBASEIDMATERIAL: TAutoIncField;
    taMATBASEMATDESC: TStringField;
    taMATBASEMATERIAL: TStringField;
    taMATBASEGRADE: TStringField;
    taMATMECMATERIAL_NAME: TStringField;
    taMATMECGRADE: TStringField;
    taMATMECMATERIAL_DESC: TStringField;
    taMATMECMINTHICK: TFloatField;
    taMATMECMAXTHICK: TFloatField;
    taMATMECELONG: TFloatField;
    taMATMECMINYIELD: TFloatField;
    taMATMECMAXYIELD: TFloatField;
    taMATMECMINTENSILE: TFloatField;
    taMATMECMAXTENSILE: TFloatField;
    taMATMECPREHEAT: TFloatField;
    taMATMECMATFILLER: TStringField;
    taMATCEMIDMATERIAL: TStringField;
    taMATCEMC: TFloatField;
    taMATCEMMn: TFloatField;
    taMATCEMP: TFloatField;
    taMATCEMS: TFloatField;
    taMATCEMSi: TFloatField;
    taMATCEMNi: TFloatField;
    taMATCEMCu: TFloatField;
    taMATCEMCr: TFloatField;
    taMATCEMMo: TFloatField;
    taMATCEMV: TFloatField;

```



taMATERIALCOLUMBIUM: TFloatField;  
 QRGRADEM: TQuery;  
 dsQRGRADEM: TDataSource;  
 taDETAIL: TTable;  
 dsDETAIL: TDataSource;  
 taTEMP: TTable;  
 dsTEMP: TDataSource;  
 taTEMPDIR(COR): TAutoIncField;  
 taTEMPMINTHICK: TFloatField;  
 taTEMPMAXTHICK: TFloatField;  
 taTEMPTEMPER: TStringField;  
 QRTEMP: TQuery;  
 dsQRTEMP: TDataSource;  
 QRDETAIL: TQuery;  
 dsQRDETAIL: TDataSource;  
 QRMATERIAL: TQuery;  
 dsQRMATERIAL: TDataSource;  
 taCONSUMABLE: TTable;  
 dsCONSUMABLE: TDataSource;  
 taPROCESS: TTable;  
 dsPROCESS: TDataSource;  
 taPROCESSPROCESS\_ID: TAutoIncField;  
 taPROCESSWELDPROCESS: TStringField;  
 taTRANSFER: TTable;  
 dsTRANSFER: TDataSource;  
 taPOSISI: TTable;  
 dsPOSISI: TDataSource;  
 QRFILLER: TQuery;  
 dsQRFILLER: TDataSource;  
 QRCONSUM: TQuery;  
 dsQRCONSUM: TDataSource;  
 QRFILLERMATERIAL\_DESC: TStringField;  
 QRFILLERMINTENSILE: TFloatField;  
 QRFILLERFCAW1: TStringField;  
 QRFILLERFCAW2: TStringField;  
 QRFILLERGMW: TStringField;  
 QRFILLERSAW1: TStringField;  
 QRFILLERSAW2: TStringField;  
 QRFILLERSMAW1: TStringField;  
 QRFILLERSMAW2: TStringField;  
 taMATFILLERMATDESC: TStringField;  
 taMATFILLERFCAW1: TStringField;  
 taMATFILLERFCAW2: TStringField;  
 taMATFILLERGMW: TStringField;  
 taMATFILLERSAW1: TStringField;  
 taMATFILLERSAW2: TStringField;  
 taMATFILLERSMAW1: TStringField;  
 taMATFILLERSMAW2: TStringField;  
 taCONSUMABLEPRODNAME: TStringField;  
 taCONSUMABLEMANUFACTURER: TStringField;  
 taCONSUMABLETYPE: TStringField;  
 taCONSUMABLESPEC: TStringField;  
 taCONSUMABLECLASS: TStringField;  
 taCONSUMABLECARBON: TFloatField;  
 taCONSUMABLESILICON: TFloatField;  
 taCONSUMABLEMANGAN: TFloatField;  
 taCONSUMABLENICKEL: TFloatField;  
 taCONSUMABLEYIELD: TFloatField;  
 taCONSUMABLETENSILE: TFloatField;  
 taCONSUMABLEELONG: TFloatField;  
 taCONSUMABLEDIAM1: TFloatField;  
 taCONSUMABLEDIAM2: TFloatField;  
 taCONSUMABLEDIAM3: TFloatField;  
 taCONSUMABLEDIAM4: TFloatField;  
 taCONSUMABLEDIAM5: TFloatField;  
 taCONSUMABLEDIAM6: TFloatField;  
 taCONSUMABLEDIAM7: TFloatField;  
 taCONSUMABLEDIAM8: TFloatField;

taCONSUMABLEDIAM9: TFloatField;  
 taCONSUMABLEDIAM10: TFloatField;  
 taCONSUMABLEDIAM11: TFloatField;  
 taCONSUMABLEPOLARITY1: TStringField;  
 taCONSUMABLEPOLARITY2: TStringField;  
 taCONSUMABLECURRENT1: TStringField;  
 taCONSUMABLECURRENT2: TStringField;  
 taCONSUMABLECURRENT3: TStringField;  
 taCONSUMABLECURRENT4: TStringField;  
 taCONSUMABLECURRENT5: TStringField;  
 taCONSUMABLECURRENT6: TStringField;  
 taCONSUMABLECURRENT7: TStringField;  
 taCONSUMABLECURRENT8: TStringField;  
 taCONSUMABLECURRENT9: TStringField;  
 taCONSUMABLECURRENT10: TStringField;  
 taCONSUMABLECURRENT11: TStringField;  
 taCONSUMABLEVOLTAGE1: TStringField;  
 taCONSUMABLEVOLTAGE2: TStringField;  
 taCONSUMABLEVOLTAGE3: TStringField;  
 taCONSUMABLEVOLTAGE4: TStringField;  
 taCONSUMABLEVOLTAGE5: TStringField;  
 taCONSUMABLEVOLTAGE6: TStringField;  
 taCONSUMABLEVOLTAGE7: TStringField;  
 taCONSUMABLEVOLTAGE8: TStringField;  
 taCONSUMABLEVOLTAGE9: TStringField;  
 taCONSUMABLEVOLTAGE10: TStringField;  
 taCONSUMABLEVOLTAGE11: TStringField;  
 taCONSUMABLEDESCR: TStringField;  
 QRCONSUMPRODNAME: TStringField;  
 QRCONSUMMANUFACTURER: TStringField;  
 QRCONSUMTYPE: TStringField;  
 QRCONSUMSPEC: TStringField;  
 QRCONSUMCLASS: TStringField;  
 QRCONSUMCARBON: TFloatField;  
 QRCONSUMSILICON: TFloatField;  
 QRCONSUMMANGAN: TFloatField;  
 QRCONSUMNICKEL: TFloatField;  
 QRCONSUMYIELD: TFloatField;  
 QRCONSUMTENSILE: TFloatField;  
 QRCONSUMELONG: TFloatField;  
 QRCONSUMDIAM1: TFloatField;  
 QRCONSUMDIAM2: TFloatField;  
 QRCONSUMDIAM3: TFloatField;  
 QRCONSUMDIAM4: TFloatField;  
 QRCONSUMDIAM5: TFloatField;  
 QRCONSUMDIAM6: TFloatField;  
 QRCONSUMDIAM7: TFloatField;  
 QRCONSUMDIAM8: TFloatField;  
 QRCONSUMDIAM9: TFloatField;  
 QRCONSUMDIAM10: TFloatField;  
 QRCONSUMDIAM11: TFloatField;  
 QRCONSUMPOLARITY1: TStringField;  
 QRCONSUMPOLARITY2: TStringField;  
 QRCONSUMCURRENT1: TStringField;  
 QRCONSUMCURRENT2: TStringField;  
 QRCONSUMCURRENT3: TStringField;  
 QRCONSUMCURRENT4: TStringField;  
 QRCONSUMCURRENT5: TStringField;  
 QRCONSUMCURRENT6: TStringField;  
 QRCONSUMCURRENT7: TStringField;  
 QRCONSUMCURRENT8: TStringField;  
 QRCONSUMCURRENT9: TStringField;  
 QRCONSUMCURRENT10: TStringField;  
 QRCONSUMCURRENT11: TStringField;  
 QRCONSUMVOLTAGE1: TStringField;  
 QRCONSUMVOLTAGE2: TStringField;  
 QRCONSUMVOLTAGE3: TStringField;  
 QRCONSUMVOLTAGE4: TStringField;  
 QRCONSUMVOLTAGE5: TStringField;



QRCONSUMVOLTAGE6: TStringField;  
 QRCONSUMVOLTAGE7: TStringField;  
 QRCONSUMVOLTAGE8: TStringField;  
 QRCONSUMVOLTAGE9: TStringField;  
 QRCONSUMVOLTAGE10: TStringField;  
 QRCONSUMVOLTAGE11: TStringField;  
 QRCONSUMIDESCR: TStringField;  
 QRDETAILWPROC: TStringField;  
 QRDETAILBACKING: TStringField;  
 QRDETAILJOINTCODE: TStringField;  
 QRDETAILPOSCODE: TStringField;  
 QRDETAILWELDTYPE: TStringField;  
 QRDETAILMINTHICK: TFloatField;  
 QRDETAILMAXTHICK: TFloatField;  
 QRDETAILTRANSMODE: TStringField;  
 QRDETAILCURTYPE: TStringField;  
 QRDETAILSHIELDING: TStringField;  
 QRDETAILPOLARITY: TStringField;  
 QRDETAILPASS1: TStringField;  
 QRDETAILCLASS1: TStringField;  
 QRDETAILSIZE1: TStringField;  
 QRDETAILCURRENT1: TStringField;  
 QRDETAILARCSPEED1: TStringField;  
 QRDETAILVOLTS1: TStringField;  
 QRDETAILGASFLOW1: TStringField;  
 QRDETAILGASCUP1: TStringField;  
 QRDETAILWIRESPEED1: TStringField;  
 QRDETAILPASS2: TStringField;  
 QRDETAILCLASS2: TStringField;  
 QRDETAILSIZE2: TStringField;  
 QRDETAILCURRENT2: TStringField;  
 QRDETAILARCSPEED2: TStringField;  
 QRDETAILVOLTS2: TStringField;  
 QRDETAILGASFLOW2: TStringField;  
 QRDETAILGASCUP2: TStringField;  
 QRDETAILWIRESPEED2: TStringField;  
 QRDETAILPASS3: TStringField;  
 QRDETAILCLASS3: TStringField;  
 QRDETAILSIZE3: TStringField;  
 QRDETAILCURRENT3: TStringField;  
 QRDETAILARCSPEED3: TStringField;  
 QRDETAILVOLTS3: TStringField;  
 QRDETAILGASFLOW3: TStringField;  
 QRDETAILGASCUP3: TStringField;  
 QRDETAILWIRESPEED3: TStringField;  
 QRDETAILJOINTDESIGN: TGraphicField;  
 taDETAILWPROC: TStringField;  
 taDETAILJOINTCODE: TStringField;  
 taDETAILPOSCODE: TStringField;  
 taDETAILWELDTYPE: TStringField;  
 taDETAILMINTHICK: TFloatField;  
 taDETAILMAXTHICK: TFloatField;  
 taDETAILBACKING: TStringField;  
 taDETAILTRANSMODE: TStringField;  
 taDETAILCURTYPE: TStringField;  
 taDETAILSHIELDING: TStringField;  
 taDETAILPOLARITY: TStringField;  
 taDETAILROOT: TStringField;  
 taDETAILROOTO: TStringField;  
 taDETAILANGLE: TStringField;  
 taDETAILPASS1: TStringField;  
 taDETAILCLASS1: TStringField;  
 taDETAILSIZE1: TStringField;  
 taDETAILCURRENT1: TStringField;  
 taDETAILARCSPEED1: TStringField;  
 taDETAILVOLTS1: TStringField;  
 taDETAILGASFLOW1: TStringField;  
 taDETAILGASCUP1: TStringField;  
 taDETAILWIRESPEED1: TStringField;

taDETAILPASS2: TStringField;  
 taDETAILCLASS2: TStringField;  
 taDETAILSIZE2: TStringField;  
 taDETAILCURRENT2: TStringField;  
 taDETAILARCSPEED2: TStringField;  
 taDETAILVOLTS2: TStringField;  
 taDETAILGASFLOW2: TStringField;  
 taDETAILGASCUP2: TStringField;  
 taDETAILWIRESPEED2: TStringField;  
 taDETAILPASS3: TStringField;  
 taDETAILCLASS3: TStringField;  
 taDETAILSIZE3: TStringField;  
 taDETAILCURRENT3: TStringField;  
 taDETAILARCSPEED3: TStringField;  
 taDETAILVOLTS3: TStringField;  
 taDETAILGASFLOW3: TStringField;  
 taDETAILGASCUP3: TStringField;  
 taDETAILWIRESPEED3: TStringField;  
 taDETAILJOINTDESIGN: TGraphicField;  
 QRDETAILROOT: TStringField;  
 QRDETAILROOTO: TStringField;  
 QRDETAILANGLE: TStringField;  
 taCONSUMABLECHROOM: TFloatField;  
 taCONSUMABLEPHOSPOR: TFloatField;  
 taCONSUMABLESULPHUR: TFloatField;  
 taCONSUMABLEMOLYBDENUM: TFloatField;  
 QRCONSUMCHROOM: TFloatField;  
 QRCONSUMPHOSPOR: TFloatField;  
 QRCONSUMSULPHUR: TFloatField;  
 QRCONSUMMOLYBDENUM: TFloatField;  
 taCONSUMABLEPLUM: TFloatField;  
 QRCONSUMPLUM: TFloatField;  
 QRTEMPMINTHICK: TFloatField;  
 QRTEMPMAXTHICK: TFloatField;  
 QRTEMPTEMPER: TStringField;  
 taSIMPAN: TTable;  
 dsSIMPAN: TDataSource;  
 QRSIMPAN: TQuery;  
 dsQRSIMPAN: TDataSource;  
 QRSIMPANCONAME: TStringField;  
 QRSIMPANIDENT: TStringField;  
 QRSIMPANREV: TStringField;  
 QRSIMPANDESBY: TStringField;  
 QRSIMPANDESBY: TDateField;  
 QRSIMPANAPPROVE: TStringField;  
 QRSIMPANDPROVE: TDateField;  
 QRSIMPANSUPP: TStringField;  
 QRSIMPANMATENAME: TStringField;  
 QRSIMPANTHICK: TFloatField;  
 QRSIMPANWPROC: TStringField;  
 QRSIMPANJOINTCODE: TStringField;  
 QRSIMPANPOSCODE: TStringField;  
 QRSIMPANWELDTYPE: TStringField;  
 QRSIMPANBACKING: TStringField;  
 QRSIMPANTRANSMODE: TStringField;  
 QRSIMPANCURTYPE: TStringField;  
 QRSIMPANSHIELDING: TStringField;  
 QRSIMPANPOLARITY: TStringField;  
 QRSIMPANROOT: TStringField;  
 QRSIMPANROOTO: TStringField;  
 QRSIMPANANGLE: TStringField;  
 QRSIMPANPASS1: TStringField;  
 QRSIMPANCLASS1: TStringField;  
 QRSIMPANSIZE1: TStringField;  
 QRSIMPANCURRENT1: TStringField;  
 QRSIMPANARCSPEED1: TStringField;  
 QRSIMPANVOLTS1: TStringField;  
 QRSIMPANGASFLOW1: TStringField;  
 QRSIMPANGASCUP1: TStringField;

```

QRSIMPANWIRESPEED1: TStringField;
QRSIMPANPASS2: TStringField;
QRSIMPANECCLASS2: TStringField;
QRSIMPANESIZE2: TStringField;
QRSIMPANCURRENT2: TStringField;
QRSIMPANARCSPEED2: TStringField;
QRSIMPANVOLT2: TStringField;
QRSIMPANGASFLOW2: TStringField;
QRSIMPANGASCUP2: TStringField;
QRSIMPANWIRESPEED2: TStringField;
QRSIMPANPASS3: TStringField;
QRSIMPANECCLASS3: TStringField;
QRSIMPANESIZE3: TStringField;
QRSIMPANCURRENT3: TStringField;
QRSIMPANARCSPEED3: TStringField;
QRSIMPANVOLT3: TStringField;
QRSIMPANGASFLOW3: TStringField;
QRSIMPANGASCUP3: TStringField;
QRSIMPANWIRESPEED3: TStringField;
QRSIMPANJOINTDESIGN: TGraphicField;
procedure dmWPSCreate(Sender: TObject);
procedure dmWPSDestroy(Sender: TObject);
procedure taDETAIL.AfterEdit(DataSet: TDataSet);
procedure taCONSUMABLE.AfterClose(DataSet:
TDataSet);
procedure taSIMPAN.AfterPost(DataSet: TDataSet);
private
{ Private declarations }
public
{ Public declarations }
end;

```

```

var
dmWPS: TdmWPS;

```

```
implementation
```

```

{$R *.DFM}
Uses splash;

```

```

procedure TdmWPS.dmWPSCreate(Sender: TObject);
begin
Splashform:=TSplashform.Create(self);
Splashform.show;
Splashform.Update;
taMATBASE.Open;
taMATMEC.Open;
taMATCEM.Open;
Splashform.PBX.Position:=3;
Splashform.LABEL1.Caption:='Initializing Database
Environment';
Splashform.Update;
taMATFiller.Open;
taTEMP.Open;
taDETAIL.Open;
taCONSUMABLE.Open;
Splashform.PBX.Position:=6;
Splashform.LABEL1.Caption:='Loading All Data';
Splashform.Update;
taPROCESS.Open;
taTRANSFER.Open;
taPOSISI.Open;
Splashform.PBX.Position:=9;
Splashform.LABEL1.Caption:='Preparing Query';
Splashform.Update;
QRGRADEM.Open;
QRTEMP.Open;
Splashform.PBX.Position:=12;

```

```

Splashform.LABEL1.Caption:='Reading All Query';
Splashform.Update;
QRDETAIL.Open;
taSIMPAN.Open;
Splashform.PBX.Position:=15;
Splashform.LABEL1.Caption:='Almost Done';
Splashform.Update;
ORMATERIAL.Open;
QRSIMPAN.Open;
Splashform.Free;
end;

```

```

procedure TdmWPS.dmWPSDestroy(Sender: TObject);
begin
taMATBASE.Close;
taMATMEC.Close;
taMATCEM.Close;
taMATFiller.Close;
taTEMP.Close;
taDETAIL.Close;
taCONSUMABLE.Close;
taPROCESS.Close;
taTRANSFER.Close;
taPOSISI.Close;
QRGRADEM.Close;
QRTEMP.Close;
QRDETAIL.Close;
ORMATERIAL.Close;
taSIMPAN.Close;
QRSIMPAN.Close;
end;

```

```

procedure TdmWPS.taDETAIL.AfterEdit(DataSet:
TDataSet);
begin
QRDETAIL.Refresh;
end;

```

```

procedure
TdmWPS.taCONSUMABLE.AfterClose(DataSet:
TDataSet);
begin
QRCONSUM.Refresh;
end;

```

```

procedure TdmWPS.taSIMPAN.AfterPost(DataSet:
TDataSet);
begin
taSIMPAN.Refresh;
QRSIMPAN.Refresh;
end;
end;

```

```

{Unit Edit Elektrode}
unit ConsumMaterial;

```

```
interface
```

```

uses
SysUtils, Windows, Messages, Classes, Graphics,
Controls,
StdCtrls, Forms, DBCtrls, DB, Buttons, ExtCtrls,
Mask;

```

```

type
TfrCONSUMEDIT = class(TForm)
Panel1: TPanel;
DBNavigator: TDBNavigator;
BitBtn1: TBitBtn;
Panel2: TPanel;

```



Bevel2: TBevel;  
 Label16: TLabel;  
 Bevel3: TBevel;  
 Label15: TLabel;  
 Label26: TLabel;  
 Bevel14: TBevel;  
 Label37: TLabel;  
 Bevel26: TBevel;  
 Bevel38: TBevel;  
 Bevel1: TBevel;  
 Bevel4: TBevel;  
 Bevel5: TBevel;  
 Bevel6: TBevel;  
 Bevel7: TBevel;  
 Bevel8: TBevel;  
 Bevel9: TBevel;  
 Bevel10: TBevel;  
 Bevel11: TBevel;  
 Bevel12: TBevel;  
 Bevel13: TBevel;  
 Bevel15: TBevel;  
 Bevel16: TBevel;  
 Bevel17: TBevel;  
 Bevel18: TBevel;  
 Bevel19: TBevel;  
 Bevel20: TBevel;  
 Bevel21: TBevel;  
 Bevel22: TBevel;  
 Bevel23: TBevel;  
 Bevel24: TBevel;  
 Bevel25: TBevel;  
 Bevel27: TBevel;  
 Bevel28: TBevel;  
 Bevel29: TBevel;  
 Bevel30: TBevel;  
 Bevel31: TBevel;  
 Bevel32: TBevel;  
 Bevel33: TBevel;  
 Bevel34: TBevel;  
 Bevel35: TBevel;  
 Bevel36: TBevel;  
 Bevel37: TBevel;  
 Panel3: TPanel;  
 Panel4: TPanel;  
 Panel5: TPanel;  
 Panel13: TPanel;  
 Panel10: TPanel;  
 Panel14: TPanel;  
 Panel7: TPanel;  
 Panel14: TPanel;  
 Panel8: TPanel;  
 Panel6: TPanel;  
 Panel12: TPanel;  
 Panel9: TPanel;  
 EditDIAM: TDBEdit;  
 EditDIAM2: TDBEdit;  
 EditDIAM3: TDBEdit;  
 EditDIAM4: TDBEdit;  
 EditDIAM5: TDBEdit;  
 EditDIAM6: TDBEdit;  
 EditDIAM7: TDBEdit;  
 EditDIAM8: TDBEdit;  
 EditDIAM9: TDBEdit;  
 EditDIAM10: TDBEdit;  
 EditDIAM11: TDBEdit;  
 EditCURRENT: TDBEdit;  
 EditCURRENT2: TDBEdit;  
 EditCURRENT3: TDBEdit;  
 EditCURRENT4: TDBEdit;

EditCURRENT5: TDBEdit;  
 EditCURRENT6: TDBEdit;  
 EditCURRENT7: TDBEdit;  
 EditCURRENT8: TDBEdit;  
 EditCURRENT9: TDBEdit;  
 EditCURRENT10: TDBEdit;  
 EditCURRENT11: TDBEdit;  
 EditVOLTAGE: TDBEdit;  
 EditVOLTAGE2: TDBEdit;  
 EditVOLTAGE3: TDBEdit;  
 EditVOLTAGE4: TDBEdit;  
 EditVOLTAGE5: TDBEdit;  
 EditVOLTAGE6: TDBEdit;  
 EditVOLTAGE7: TDBEdit;  
 EditVOLTAGE8: TDBEdit;  
 EditVOLTAGE9: TDBEdit;  
 EditVOLTAGE10: TDBEdit;  
 EditVOLTAGE11: TDBEdit;  
 EditDESCR: TDBEdit;  
 GroupBox1: TGroupBox;  
 Label1: TLabel;  
 Label2: TLabel;  
 Label3: TLabel;  
 Label4: TLabel;  
 Label5: TLabel;  
 Label6: TLabel;  
 Label17: TLabel;  
 Label7: TLabel;  
 Mpa: TLabel;  
 Label8: TLabel;  
 Label18: TLabel;  
 Label13: TLabel;  
 Label14: TLabel;  
 EditPRODNAME: TDBEdit;  
 EditMANUFACTURER: TDBEdit;  
 EditTYPE: TDBEdit;  
 EditSPEC: TDBEdit;  
 EditCLASS: TDBEdit;  
 EditYIELD: TDBEdit;  
 EditTENSILE: TDBEdit;  
 EditELONG: TDBEdit;  
 EditPOLARITY: TDBEdit;  
 EditPOLARITY2: TDBEdit;  
 GroupBox2: TGroupBox;  
 Label9: TLabel;  
 Label10: TLabel;  
 Label11: TLabel;  
 Label12: TLabel;  
 Label19: TLabel;  
 Label20: TLabel;  
 Label22: TLabel;  
 Label24: TLabel;  
 Label25: TLabel;  
 Label27: TLabel;  
 DBEdit1: TDBEdit;  
 DBEdit2: TDBEdit;  
 DBEdit3: TDBEdit;  
 DBEdit4: TDBEdit;  
 DBEdit5: TDBEdit;  
 DBEdit6: TDBEdit;  
 DBEdit7: TDBEdit;  
 DBEdit8: TDBEdit;  
 DBEdit9: TDBEdit;  
 Label21: TLabel;  
 Label23: TLabel;  
 Label29: TLabel;  
 Label30: TLabel;  
 Label31: TLabel;  
 Label32: TLabel;



```

Label33: TLabel;
Label35: TLabel;
procedure FormCreate(Sender: TObject);
{ private declarations }
public
{ public declarations }
end;

var
  frCONSUMEDIT: TfrCONSUMEDIT;

implementation

{$R *.DFM}
uses ModulWPS;

procedure TfrCONSUMEDIT.FormCreate(Sender:
TObject);
begin
  top:=86;
  Left:=2;
  dmWPS.taCONSUMABLE.Open;
end;

end

{Unit Edit Disain Sambungan}
unit detailedit;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,
  Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, Buttons, DBCtrls, ExtCtrls, ExtDlgs, Mask,
  ComCtrls;

type
  TfrDETAIL = class(TForm)
    OpenPictureDialog1: TOpenPictureDialog;
    PageControl1: TPageControl;
    TabSheet1: TTabSheet;
    BitBtn2: TBitBtn;
    BitBtn1: TBitBtn;
    Bevel14: TBevel;
    DBNavigator1: TDBNavigator;
    BitBtn3: TBitBtn;
    GroupBox1: TGroupBox;
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label9: TLabel;
    Label10: TLabel;
    Label11: TLabel;
    DBLookupComboBox1: TDBLookupComboBox;
    DBLookupComboBox2: TDBLookupComboBox;
    DBEdit1: TDBEdit;
    DBEdit2: TDBEdit;
    DBLookupComboBox3: TDBLookupComboBox;
    DBEdit3: TDBEdit;
    DBEdit4: TDBEdit;
    DBEdit5: TDBEdit;
    DBRadioGroup4: TDBRadioGroup;
    DBRadioGroup1: TDBRadioGroup;
    DBCheckBox1: TDBCheckBox;
    DBRadioGroup3: TDBRadioGroup;
    DBRadioGroup2: TDBRadioGroup;

```

```

    Bevel31: TBevel;
    Bevel32: TBevel;
    Bevel33: TBevel;
    Bevel35: TBevel;
    Bevel36: TBevel;
    Bevel37: TBevel;
    Bevel38: TBevel;
    Bevel20: TBevel;
    Bevel21: TBevel;
    Bevel22: TBevel;
    Bevel24: TBevel;
    Bevel25: TBevel;
    Bevel26: TBevel;
    Bevel27: TBevel;
    DBEdit6: TDBEdit;
    DBEdit7: TDBEdit;
    DBEdit8: TDBEdit;
    DBEdit9: TDBEdit;
    DBEdit10: TDBEdit;
    DBEdit11: TDBEdit;
    DBEdit12: TDBEdit;
    Label6: TLabel;
    Label28: TLabel;
    Label29: TLabel;
    Label32: TLabel;
    Label35: TLabel;
    Label33: TLabel;
    Label38: TLabel;
    DBImage1: TDBImage;
    Shape1: TShape;
    Bevel5: TBevel;
    Label36: TLabel;
    Label34: TLabel;
    Bevel40: TBevel;
    Label7: TLabel;
    Bevel41: TBevel;
    DBEdit14: TDBEdit;
    Bevel29: TBevel;
    DBEdit15: TDBEdit;
    Bevel30: TBevel;
    DBEdit13: TDBEdit;
    Bevel1: TBevel;
    DBEdit16: TDBEdit;
    Bevel2: TBevel;
    DBEdit17: TDBEdit;
    Bevel3: TBevel;
    DBEdit18: TDBEdit;
    Bevel4: TBevel;
    DBEdit19: TDBEdit;
    Bevel6: TBevel;
    DBEdit20: TDBEdit;
    Bevel7: TBevel;
    DBEdit21: TDBEdit;
    Bevel8: TBevel;
    DBEdit22: TDBEdit;
    Bevel9: TBevel;
    DBEdit23: TDBEdit;
    Bevel10: TBevel;
    DBEdit24: TDBEdit;
    Bevel11: TBevel;
    DBEdit25: TDBEdit;
    Bevel12: TBevel;
    DBEdit26: TDBEdit;
    Bevel13: TBevel;
    DBEdit27: TDBEdit;
    Bevel15: TBevel;
    DBEdit28: TDBEdit;
    Bevel16: TBevel;
    DBEdit29: TDBEdit;

```

```

Bevel17: TBevel;
DBEdit30: TDBEdit;
Bevel18: TBevel;
DBEdit31: TDBEdit;
Bevel19: TBevel;
DBEdit32: TDBEdit;
Bevel23: TBevel;
Bevel28: TBevel;
Label8: TLabel;
Bevel34: TBevel;
DBEdit33: TDBEdit;
Bevel39: TBevel;
Bevel42: TBevel;
procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn3Click(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
private
  { Private declarations }
public
  { Public declarations }
end;

var
  TfrDETAIL: TfrDETAIL;

implementation

{$R *.DFM}
Uses ModulWPS;

procedure TfrDETAIL.BitBtn2Click(Sender: TObject);
var
  fname: String;
begin
  if (OpenPictureDialog1.Execute) then
    fname:=OpenPictureDialog1.FileName;
    DBImage1.Picture.LoadFromFile(fname);
end;

procedure TfrDETAIL.BitBtn1Click(Sender: TObject);
begin
  if
    (WinExec('PBRUSH.EXE',SW_SHOWNORMAL)<32)
  )then
    MessageDlg('Unable to Load Paint
    Brush',mterror,[mbOK],0);
end;
Procedure TfrDETAIL.BitBtn3Click(Sender: TObject);
begin
  Close;
end;

procedure TfrDETAIL.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  top:=86;
  left:=1;
  dmWPS.taDETAIL.Open;
end;

end

[Unit Simpan WPS]
unit UnitSimpan;

interface

```

```

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,
  Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, DBCtrls, ExtCtrls, ComCtrls, Buttons;

```

```

type
  TfrSaved = class(TForm)
    GroupBox1: TGroupBox;
    CompanyName: TLabel;
    Label2: TLabel;
    Label3: TLabel;
    Label4: TLabel;
    Label5: TLabel;
    Label6: TLabel;
    Label8: TLabel;
    Label7: TLabel;
    CONAME: TEdit;
    IDENT: TEdit;
    REVNUM: TEdit;
    DESIGNER: TEdit;
    APPROVAL: TEdit;
    SPQRN: TEdit;
    DATEDES: TDateTimePicker;
    DATEAPP: TDateTimePicker;
    BitBtn1: TBitBtn;
    Label9: TLabel;
    Label10: TLabel;
    Label11: TLabel;
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  bek:string;
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  frSaved: TfrSaved;

implementation

{$R *.DFM}
Uses Input;

procedure TfrSaved.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  CONAME.Text:=frInput.CONAME.Text;
  IDENT.Text:=frInput.IDENT.Text;
  REVNUM.Text:=frInput.REVNUM.Text;
  DESIGNER.Text:=frInput.DESIGNER.Text;
  APPROVAL.Text:=frInput.APPROVAL.Text;
  SPQRN.Text:=frInput.SPQRN.Text;
  if (frInput.BACK.Checked=true) then BCK:='TRUE'
  else BCK:='FALSE';
  label11.Caption:=bek;
end;

end.

[Unit Find Electrode]
unit ELECFINDER;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,
  Controls, Forms, Dialogs,
  Grids, DBGrids, StdCtrls, DBCtrls, Buttons;

```

```

type
  TfrELEC Finder = class(TForm)
    Label1: TLabel;
    Label2: TLabel;
    MATE: TDBLookupComboBox;
    WXP: TComboBox;
    GroupBox1: TGroupBox;
    DBGrid1: TDBGrid;
    BitBtn1: TBitBtn;
    BitBtn2: TBitBtn;
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
  end;

fmaterial, fFILLER, fc1, gm, sa1, sa2, sma1, sma2, fFILT
ERFILLER: String;
public
  { Public declarations }
end;

var
  frELEC Finder: TfrELEC Finder;

implementation

{$R *.DFM}
uses ModulWPS;

procedure TfrELEC Finder.BitBtn1Click(Sender:
TObject);
begin
  dmWPS.QRMATERIAL.Close;

fmaterial := 'MATERIAL_DESC=' + MATE.Text + '';
dmWPS.QRMATERIAL.Filtered := true;
dmWPS.QRMATERIAL.Filter := fmaterial;
dmWPS.QRMATERIAL.Open;

fFILLER := 'MATERIAL_DESC=' + MATE.Text + '';
dmWPS.QR FILLER.Close;
dmWPS.QR FILLER.Filtered := true;
dmWPS.QR FILLER.Filter := fFILLER;
dmWPS.QR FILLER.Open;
fc1 := dmWPS.QR FILLERFCAW1.Value;
fc2 := dmWPS.QR FILLERFCAW2.Value;
gm := dmWPS.QR FILLERGMMAW.Value;
sa1 := dmWPS.QR FILLERSAW1.Value;
sa2 := dmWPS.QR FILLERSAW2.Value;
sma1 := dmWPS.QR FILLERSMAW1.Value;
sma2 := dmWPS.QR FILLERSMAW2.Value;
if (WXP.Text = 'SMAW') then
  fFILLERFILLER := '((SPEC=' + sma1 + ' OR (SPEC=
' +
  ' + sma2 + '))';
  else if (WXP.Text = 'CAW') then
    fFILLERFILLER := '((SPEC=' + fc1 + ' OR (SPEC=' +
    ' + fc2 + '))';
  else if (WXP.Text = 'GMAW') then
    fFILLERFILLER := 'SPEC=' + gm + '
  else
    fFILLERFILLER := '((SPEC=' + sa1 + ' OR (SPEC=' +
    ' + sa2 + '))';
  dmWPS.QRCONSUM.Close;

```

```

dmWPS.QRCONSUM.Filtered := True;
dmWPS.QRCONSUM.Filter := FILTERFILLER;
dmWPS.QRCONSUM.Open;
nilai := dmWPS.QRCONSUMPRODNAME.Value;
if nilai = '' then
  MessageDlg('There is no match
data', mtInformation, [mbOk], 0);
end;

```

```

procedure TfrELEC Finder.BitBtn2Click(Sender:
TObject);
begin
  Close;
end;

```

end.

**(Unit Pelacak Material Induk)**  
unit Matfinder;

interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,  
Controls, Forms, Dialogs,  
Grids, DBGrids, StdCtrls, Buttons;

type

```

TfrMATFINDER = class(TForm)
  Label1: TLabel;
  GRD: TEdit;
  BitBtn1: TBitBtn;
  BitBtn2: TBitBtn;
  GroupBox1: TGroupBox;
  DBGrid1: TDBGrid;
  procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
  procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
    fmaterial: String;
  public
    { Public declarations }
  end;

```

var

frMATFINDER: TfrMATFINDER;

implementation

```

{$R *.DFM}
uses ModulWPS;

```

```

procedure TfrMATFINDER.BitBtn1Click(Sender:
TObject);
begin
  dmWPS.QRMATERIAL.Close;
fmaterial := 'GRADE=' + GRD.Text + '';
dmWPS.QRMATERIAL.Filtered := true;
dmWPS.QRMATERIAL.Filter := fmaterial;
dmWPS.QRMATERIAL.Open;
end;

```

```

procedure TfrMATFINDER.BitBtn2Click(Sender:
TObject);
begin
  Close;
end;
end.

```





```

{Unit Cari WPS di database}
unit WPSfinder;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics,
  Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, Buttons, DBCtrls, Grids, DBGrids, ExtCtrls;

type
  TfrWPSFINDER = class(TForm)
    Panel1: TPanel;
    Label1: TLabel;
    IDENT: TEdit;
    Panel2: TPanel;
    Panel3: TPanel;
    BitBtn1: TBitBtn;
    BitBtn2: TBitBtn;
    DBGrid1: TDBGrid;
    procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
  private
    { Private declarations }
    nilai:String;
  public
    { Public declarations }
  end;

var
  frWPSFINDER: TfrWPSFINDER;

implementation

{$R * DFM}
Uses ModulWPS;
procedure TfrWPSFINDER.BitBtn2Click(Sender:
TObject);
begin
  Close;
end;

procedure TfrWPSFINDER.BitBtn1Click(Sender:
TObject);
begin
  dmWPS.QRSIMPAN.Close;
  dmWPS.QRSIMPAN.filtered:=true;
  dmWPS.QRSIMPAN.filter:='IDENT = '
+ '"' + IDENT.TEXT + '"';
  dmWPS.QRSIMPAN.Open;
  nilai:=dmWPS.QRSIMPANCONAME.Value;
  if nilai="" then
    MessageDlg('There is no Match
Data',mtInformation,[mbOk],0);
end;

end

```



**LAMPIRAN**  
**FORMAT PENULISAN WPS**

WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS) Yes ☐  
 PREQUALIFIED \_\_\_\_\_ QUALIFIED BY TESTING \_\_\_\_\_  
 or PROCEDURE QUALIFICATION RECORDS (PQR) Yes ☐

Company Name \_\_\_\_\_  
 Welding Process(es) \_\_\_\_\_  
 Supporting PQR No.(s) \_\_\_\_\_

Identification # \_\_\_\_\_  
 Revision \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_ By \_\_\_\_\_  
 Authorized by \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
 Type — Manual ☐ Semi-Automatic ☐  
 Machine ☐ Automatic ☐

JOINT DESIGN USED

Type: \_\_\_\_\_  
 Single ☐ Double Weld ☐  
 Backing: Yes ☐ No ☐  
 Backing Material \_\_\_\_\_  
 Root Opening \_\_\_\_\_ Root Face Dimension \_\_\_\_\_  
 Groove Angle: \_\_\_\_\_ Radius (J-U) \_\_\_\_\_  
 Back Gouging: Yes ☐ No ☐ Method \_\_\_\_\_

BASE METALS

Material Spec. \_\_\_\_\_  
 Type or Grade \_\_\_\_\_  
 Thickness: Groove \_\_\_\_\_ Fillet \_\_\_\_\_  
 Diameter (Pipe) \_\_\_\_\_

FILLER METALS

AWS Specification \_\_\_\_\_  
 AWS Classification \_\_\_\_\_

SHIELDING

Flux \_\_\_\_\_ Gas \_\_\_\_\_  
 Composition \_\_\_\_\_  
 Electrode-Flux (Class) \_\_\_\_\_ Flow Rate \_\_\_\_\_  
 Gas Cup Size \_\_\_\_\_

PREHEAT

Preheat Temp., Min \_\_\_\_\_  
 Interpass Temp., Min \_\_\_\_\_ Max \_\_\_\_\_

POSITION

Position of Groove: \_\_\_\_\_ Fillet: \_\_\_\_\_  
 Vertical Progression: Up ☐ Down ☐

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Transfer Mode (GMAW) \_\_\_\_\_ Short-Circuiting ☐  
 Globular ☐ Spray ☐  
 Current: AC ☐ DCEP ☐ DCEN ☐ Pulsed ☐  
 Other \_\_\_\_\_  
 Tungsten Electrode (GTAW)  
 Size: \_\_\_\_\_  
 Type: \_\_\_\_\_

TECHNIQUE

Stringer or Weave Bead: \_\_\_\_\_  
 Multi-pass or Single Pass (per side) \_\_\_\_\_  
 Number of Electrodes \_\_\_\_\_  
 Electrode Spacing \_\_\_\_\_ Longitudinal \_\_\_\_\_  
 Lateral \_\_\_\_\_  
 Angle \_\_\_\_\_

Contact Tube to Work Distance \_\_\_\_\_  
 Peening \_\_\_\_\_  
 Interpass Cleaning: \_\_\_\_\_

POSTWELD HEAT TREATMENT

Temp. \_\_\_\_\_  
 Time \_\_\_\_\_

WELDING PROCEDURE

Pass or Weld Layer(s)	Process	Filler Metals		Current		Volts	Travel Speed	Joint Details
		Class	Diam.	Type & Polarity	Amps or Wire Feed Speed			





**LAMPIRAN  
DATA MATERIAL INDUK**

**Table 3.1**  
**Prequalified Base Metal—Filler Metal Combinations for Matching Strength<sup>8</sup> (see 3.3)**

Group	Steel Specification Requirements					Filler Metal Requirements				
	Steel Specification <sup>1,2</sup>	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range		Electrode Specification <sup>3,4</sup>	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Strength Range	
		ksi	MPa	ksi	MPa		ksi	MPa	ksi	MPa
I	ASTM A36 <sup>4</sup>		36	250	58-80	400-550				
	ASTM A53	Grade B	35	240	60 min	415 min	SMAW			
	ASTM A106	Grade B	35	240	60 min	415 min	AWS A5.1			
	ASTM A131	Grades A, B, CS, D, DS, E <sup>5</sup>	34	235	58-71	400-490	E60XX	48	331	60 min 414 min
	ASTM A139	Grade B	35	241	60 min	414 min	E70XX	53-72	365-496	70 min 482 min
	ASTM A381	Grade Y35	35	240	60 min	415 min	AWS A5.5 <sup>7</sup>			
	ASTM A500	Grade A	33	228	45 min	310 min	E70XX-X	57-60	390-415	70-75 min 450-520 min
		Grade B	42	290	58 min	400 min	SAW			
	ASTM A501		36	250	58 min	400 min	AWS A5.17			
	ASTM A516	Grade 55	30	205	55-75	380-515	F6XX-EXXX	48	330	60-80 415-550
		Grade 60	32	220	60-80	415-550	F7XX-EXXX	58	400	70-95 480-650
	ASTM A524	Grade I	35	240	60-85	415-586	AWS A5.23 <sup>7</sup>			
		Grade II	30	205	55-80	380-550	F7XX-EXX-XX	58	400	70-95 480-660
	ASTM A529		42	290	60-85	415-585				
	ASTM A570	Grade 30	30	205	49 min	340 min	GMAW			
		Grade 33	33	230	52 min	360 min	AWS A5.18			
		Grade 36	36	250	53 min	365 min	ER70S-X	58	400	70 min 480 min
		Grade 40	40	275	55 min	380 min				
		Grade 45	45	310	60 min	415 min				
		Grade 50	50	345	65 min	450 min				
	ASTM A573	Grade 65	35	240	55-77	450-530	PCAW			
		Grade 58	32	220	58-71	400-490	AWS A5.20			
	ASTM A709	Grade 36 <sup>4</sup>	36	250	58-80	400-550	E6XT-X	48	330	60 min 415 min
	API 5L	Grade B	35	240	60	415	E7XT-X	58	400	70 min 480 min
		Grade X42	42	290	60	415	(Except -2, -3, -10, -13, -14, -GS)			
	ABS	Grades A, B, D, CS, DS			58-71	400-490	AWS A5.29 <sup>7</sup>			
		Grade E <sup>5</sup>			58-71	400-490	E7XTX-XX	58	400	70-90 490-620

(continued)

Table 3.1 (Continued)

Group	Steel Specification Requirements					Filler Metal Requirements				
	Steel Specification <sup>1,2</sup>	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range		Electrode Specification <sup>3,4</sup>	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Strength Range	
		ksi	MPa	ksi	MPa		ksi	MPa	ksi	MPa
II	ASTM A131	Grades AH32, DH32, EH32	46	315	68-85	470-585	SAW			
		Grades AH36, DH36, EH36	51	350	71-90	490-620	AWS A5.1			
	ASTM A441		40-50	275-345	60-70	415-485	E7015, E7016	58	399	70 min 482 min
	ASTM A516	Grade 65	35	240	65-85	450-585	E7018, E7028			
		Grade 70	38	260	70-90	485-620	AWS A5.5 <sup>7</sup>			
	ASTM A537	Class 1	45-50	310-345	65-90	450-620	E7015-X, E7016-X	57-60	390-415	70-75 min 430-520 min
	ASTM A572	Grade 42	42	290	60 min	415 min	E7018-X			
	ASTM A572	Grade 50	50	345	65 min	450 min	SAW			
	ASTM A588 <sup>5</sup>	(4 in. and under)	50	345	70 min	485 min	AWS A5.17			
	ASTM A595	Grade A	55	380	65 min	450 min	F7XX-EXXX	58	400	70-95 480-650
		Grades B and C	60	415	70 min	480 min	AWS A5.23 <sup>7</sup>			
	ASTM A606 <sup>5</sup>		45-50	310-340	65 min	450 min	F7XX-EXXX-XX	58	400	70-95 480-660
	ASTM A607	Grade 45	45	310	60 min	410 min	GMAW			
		Grade 50	50	345	65 min	450 min	AWS A5.18			
		Grade 55	55	380	70 min	480 min	ER70S-X	58	400	70 min 480 min
	ASTM A618	Grades 1b, 11, 111	46-50	315-345	65 min	450 min	FCAW			
	ASTM A633	Grade A	42	290	63-83	430-570				
		Grades C, D	50	345	70-90	485-620	AWS A5.20			
		(2-1/2 in. and under)					E7XT-X	58	400	70 min 480 min
	ASTM A709	Grade 50	50	345	65 min	450 min	(Except -2, -3, -10, -13, -14, -GS)			
		Grade 50W	50	345	70 min	485 min	AWS A5.29 <sup>7</sup>			
	ASTM A710	Grade A, Class 2 > 2 in.	55	380	65 min	450 min	E7XTX-X	58	400	70-90 490-620
	ASTM A808	(2-1/2 in. and under)	42	290	60 min	415 min				
	ASTM A913	Grade 50	50	345	65 min	450 min				
	API 2H <sup>6</sup>	Grade 42	42	290	62-80	430-550				
		Grade 50	50	345	70 min	485 min				
	API 2W	Grade 42	42-67	290-462	62 min	427 min				
		Grade 50	50-75	345-517	65 min	448 min				
		Grade 50T	50-80	345-552	70 min	483 min				
	API 2Y	Grade 42	42-67	290-462	62 min	427 min				
		Grade 50	50-75	345-517	65 min	448 min				
		Grade 50T	50-80	345-552	70 min	483 min				
	API 5L	Grade X52	52	360	66-72	455-495				
	ABS	Grades AH32, DH32, EH32	45.5	315	71-90	490-620				
		Grades AH36, DH36, EH36 <sup>5</sup>	51	350	71-90	490-620				

(continued)



Table 3.1 (Continued)

Group	Steel Specification Requirements						Filler Metal Requirements				
	Steel Specification <sup>1,2</sup>		Minimum Yield Point/Strength		Tensile Range		Electrode Specification <sup>1,6</sup>	Minimum Yield Point/Strength		Tensile Strength Range	
			ksi	MPa	ksi	MPa		ksi	MPa	ksi	MPa
III	API 2W	Grade 60	60-90	414-621	75 min	517 min	SMAW AWS A5.5 <sup>7</sup>				
	API 2Y	Grade 60	60-90	414-621	75 min	517 min	E3015-X, E8016-X	67-80	460-550	80 min	550 min
	ASTM A572	Grade 60	60	415	75 min	515 min	E3018-X				
		Grade 65	65	450	80 min	550 min	SAW				
	ASTM A537	Class 2 <sup>5</sup>	46-60	315-415	80-100	550-690	AWS A5.23 <sup>7</sup>				
	ASTM A633	Grade E <sup>3</sup>	55-60	380-415	75-100	515-690	F8XX-EXX-XX	68	470	80-100	550-690
	ASTM A710	Grade A, Class 2 ≤ 2 in.	60-65	415-450	72 min	495 min	GMAW				
	ASTM A710	Grade A, Class 3 > 2 in.	60-65	415-450	70 min	485 min	AWS A5.28 <sup>7</sup>				
	ASTM A913 <sup>9</sup>	Grade 60	60	415	75 min	520 min	ER80S-X	68	470	80 min	550 min
		Grade 65	65	450	80 min	550 min	FCAW AWS A5.29 <sup>7</sup>				
						E8TX-X	68	470	80-100	550-690	

## Notes:

- In joints involving base metals of different groups, either of the following filler metals may be used: (1) that which matches the higher strength base metal, or (2) that which matches the lower strength base metal and produces a low-hydrogen deposit. Preheating shall be in conformance with the requirements applicable to the higher strength group.
- Match API standard 2B (fabricated tubes) according to steel used.
- When welds are to be stress-relieved, the deposited weld metal shall not exceed 0.05 percent vanadium.
- Only low-hydrogen electrodes shall be used when welding A36 or A709 Grade 36 steel more than 1 in. (25.4 mm) thick for cyclically loaded structures.
- Special welding materials and WPS (e.g., E80XX-X low-alloy electrodes) may be required to match the notch toughness of base metal (for applications involving impact loading or low temperature), or for atmospheric corrosion and weathering characteristics (see 3.7.3).
- The designation of ER70S-1B has been reclassified as ER80S-D2 in A5.28-79. Prequalified WPSs prepared prior to 1981 and specifying AWS A5.18, ER70S-1B, may now use AWS A5.28-79 ER80S-D2 when welding steels in Groups I and II.
- Filler metals of alloy group B3, B3L, B4, B4L, B5, B5L, B6, B6L, B7, B7L, B8, B8L, or B9 in ANS/AWS A5.5, A5.23, A5.28, or A5.29 are not prequalified for use in the as-welded condition.
- See Tables 2.3 and 2.5 for allowable stress requirements for matching filler metal.
- The heat input limitations of 5.7 shall not apply to ASTM A913 Grade 60 or 65.

C a t e g o r y					Thickness of Thickest Part at Point of Welding <sup>1</sup>		Minimum Preheat and Interpass Temperature <sup>2</sup>	
					in.	mm	*F	*C
	Steel Specification		Welding Process					
A	ASTM A36		ASTM A516		1/8 to 3/4 incl	3 to 19 incl.	None <sup>1</sup>	
	ASTM A53	Grade B	ASTM A524	Grades I & II				
	ASTM A106	Grade B	ASTM A529		Over 3/4	Over 19		
	ASTM A131	Grades A, B, CS, D, DS, E	ASTM A570	All grades	thru 1-1/2 incl.	thru 38.1 incl.	150	66
	ASTM A139	Grade B	ASTM A573	Grade 65				
	ASTM A381	Grade Y35	ASTM A709	Grade 36	Over 1-1/2	Over 38.1	225	107
	ASTM A500	Grade A	API 5L	Grade B	thru 2-1/2 incl.	thru 63.5 incl.		
		Grade B	ABS	Grade X42				
	ASTM A501			Grades A, B, D, CS, DS	Over 2-1/2	Over 63.5	300	150
				Grade E				
B	ASTM A36		ASTM A570	All grades				
	ASTM A53	Grade B	ASTM A572	Grades 42, 50				
	ASTM A106	Grade B	ASTM A573	Grade 65				
	ASTM A131	Grades A, B, CS, D, DS, E	ASTM A588		1/8 to 3/4 incl	3 to 19 incl.	None <sup>1</sup>	
		AH 32 & 36	ASTM A595	Grades A, B, C				
		DH 32 & 36	ASTM A606					
		EH 32 & 36	ASTM A607	Grades 45, 50, 55				
	ASTM A139	Grade B	ASTM A618	Grades 1b, 11, 111				
			ASTM A633	Grades A, B				
				Grades C, D	Over 3/4	Over 19 thru		
	ASTM A381	Grade Y35	ASTM A709	Grades 36, 50, 50W	thru 1-1/2 incl.	38.1 incl.	50	10
			ASTM A710	Grade A, Class 2 (> 2 in.)				
			ASTM A808					
	ASTM A441		ASTM A913	Grade 50				
	ASTM A500	Grade A	API 5L	Grade B				
		Grade B		Grade X42				
			API Spec. 2H	Grades 42, 50	Over 1-1/2	Over 38.1 thru		
			API 2W	Grades 42, 50, 50T				
			API 2Y	Grades 42, 50, 50T				
	ASTM A501		ABS	Grades AH 32 & 36	thru 2-1/2 incl.	63.5 incl.	150	66
	ASTM A516	Grades 55 & 60 65 & 70		DH 32 & 36 EH 32 & 36				
	ASTM A524	Grades I & II	ABS	Grades A, B, D, CS, DS	Over 2-1/2	Over 63.5	225	107

C a t e g o r y	Steel Specification	Welding Process	Thickness of Thickest Part at Point of Welding		Minimum Preheat and Interpass Temperature	
			in.	mm	°F	°C
C	ASTM A572	Grades 60, 65	1/8 to 3/4 incl.	3 to 19 incl.	50	10
	ASTM A633	Grade E	Over 3/4	Over 19 thru		
	API 5L	Grade X52	thru 1-1/2 incl.	38.1 incl.	150	56
	ASTM A913 <sup>4</sup>	Grades 60, 65	Over 1-1/2	Over 38.1 thru		
	ASTM A710	Grade A, Class 2 (≤2 in.)	thru 2-1/2 incl.	63.5 incl.	225	107
	ASTM A710	Grade A, Class 3 (>2 in.)				
D	API 2W	Grade 60	Over 2-1/2	Over 63.5	300	150
	API 2Y	Grade 60				
	ASTM A710	Grade A (All classes)	SMAW, SAW, GMAW, and FCAW with electrodes or electrode-flux combinations capable of depositing weld metal with a maximum diffusible hydrogen content of 8 ml/100 g (H <sub>8</sub> ), when tested according to ANSI/AWS A4.3.			
	ASTM A913 <sup>4</sup>	Grades 50, 60, 65				

Notes:

1. When the base metal temperature is below 32°F (0°C), the base metal shall be preheated to at least 70°F (21°C) and this minimum temperature maintained during welding.
2. For modification of preheat requirements for submerged arc welding with parallel or multiple electrodes, see 3.5.3.
3. See 5.12.2 and 5.6 for ambient and base-metal temperature requirements.
4. The heat input limitations of 5.7 shall not apply to ASTM A913 Grade 60 or 65.





**LAMPIRAN  
DATA ELEKTRODE**

# MG-50

JIS Z3312 YGW11  
AWS A5.18 ER70S-G

For gas-shielded metal arc welding of mild steel and 490N/mm<sup>2</sup> high tensile steel by higher amperage.

## Applications:

Butt or fillet MAG welding of structures such as ships, vehicles, buildings, bridges, and industrial machinery.

## Characteristics on usage:

MG-50 is a solid wire whose arc stability is good at high current ranges. The arc is stronger and well spreads, so, good shape of bead and better penetration can be obtained. As high current can be used, MG-50 provides higher efficiency in welding of thick plates in flat, horizontal vertical and horizontal fillet positions by CO<sub>2</sub> shielding. The well-adhered copper plating without flakes and without rusting in long duration storage, glossy surface by the special treatment, well-controlled cast and helix to make accurate tracking on the weld seam, rigid spool to prevent insertion of wire into the underlayer wire; these features assure smooth feeding of wire with stable arc, regular beads and higher efficiency in welding.


## Typical chemical composition of weld metal (%) (Shield gas: CO<sub>2</sub>)

C	Si	Mn	P	S
0.08	0.51	1.10	0.010	0.010

## Typical mechanical properties of weld metal (Shield gas: CO<sub>2</sub>)

Y <sub>P</sub> N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	TS N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	El %	IV J (kgf-m)	PWHT
490 (50)	570 (58)	30	120 (12)	-
490 (45)	530 (54)	34	140 (14)	625°C x 1hr

## An example of joint weld test (Shield gas: CO<sub>2</sub>)

Weld type	Dia (mm)	Depositing sequence	Welding condition				Joint tensile test		Weld metal IV (kgf-m)
			Pass	Amp	Volt	Speed (cm/min)	TS N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	Fractured position	
F (SM-20A)	1.2		1	(1.2mm)	260	29	30	MP	S1 (8.5)
	1.6		2-7	(1.6mm)	350	35	30-40		

## Sizes available and recommended currents (DC-EP)

Dia (mm)	1.0	1.2	1.4	1.6
F	50-220	100-350	150-450	200-550
V	50-200	100-300	150-350	200-400

# MG-50T

JIS Z3312 YGW12

For gas-shielded metal arc welding of mild steel and 490N/mm<sup>2</sup> high tensile steel by lower amperage.

## Applications:

Butt or fillet MAG welding of structures such as vehicles, ships, industrial machinery, buildings, and bridges.

## Characteristics on usage:

MG-50T is a solid wire whose arc stability is good at low current ranges (short-arc welding range) and spatter loss is low. It is suitable for all-position welding of steel sheets by CO<sub>2</sub> or Ar+CO<sub>2</sub> mixture gas shielding, for higher speed welding, and for root pass in the one-side welding. The well-adhered copper plating without flakes and without rusting in long duration storage, glossy wire surface by the special treatment, well-controlled cast and helix to make accurate tracking on the weld seam, rigid spool to prevent insertion of wire into the underlayer wire; these features assure smooth feeding of wire with stable arc, regular beads and higher efficiency in welding.


## Typical chemical composition of weld metal (%) (Shield gas: CO<sub>2</sub>)

C	Si	Mn	P	S
0.08	0.44	0.96	0.012	0.012

## Typical mechanical properties of weld metal

Y <sub>P</sub> N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	TS N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	El %	IV J (kgf-m)	PWHT	Shield gas
490 (47)	540 (55)	31	140 (14)	-	CO <sub>2</sub>
490 (37)	490 (50)	34	160 (16)	625°C x 2hr	CO <sub>2</sub>
490 (45)	560 (59)	32	160 (16)	-	80%Ar+20%CO <sub>2</sub>

## An example of joint weld test (Shield gas: CO<sub>2</sub>)

Weld type	Dia (mm)	Depositing sequence	Welding condition			Joint tensile test			Weld metal IV (kgf-m)
			Pass	Amp	Volt	Speed (cm/min)	TS N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	Fractured position	
F (SM-20A)	1.2		1-6	260	28	15-30	530 (54)	*MP	93 (9.5)

## Sizes available and recommended currents (DC-EP)

Dia (mm)	0.9	1.0	1.2
F	50-200	50-220	60-350
V	50-140	50-140	50-160
DR	50-120	50-120	50-140

# MIX-50

JIS Z3312 YGW16  
AWS A5.18 ER70S-3

For gas-shielded metal arc welding of mild steel and 490N/mm<sup>2</sup> high tensile steel by lower amperage.

## Applications:

Butt or fillet MAG welding of structures such as vehicles, and industrial machinery.

## Characteristics on usage:

MIX-50 is a solid wire for welding with Ar+CO<sub>2</sub> gas mixtures. It can be used in wide range of current from low to high with glossy bead appearance and less spatter. Particularly, the usability in the range of lower current (short-circuiting arc range) is good with stable arc. It makes welding of steel sheet easy. The well-adhered copper plating without flakes and without rusting in long duration storage, glossy wire surface by the special treatment, well-controlled cast and helix to make accurate tracking on the weld seam, rigid spool to prevent insertion of wire into the underlayer wire; these features assure smooth feeding of wire with stable arc, regular beads and higher efficiency in welding.

Typical chemical composition of weld metal (%) (Shield gas: 80%Ar + 20%CO<sub>2</sub>)

C	Si	Mn	P	S
0.10	0.39	0.90	0.012	0.013

Typical mechanical properties of weld metal (Shield gas: 80%Ar + 20%CO<sub>2</sub>)

YP N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	TS N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	El %	IV J (kgf-m), -20°C
440 (45)	540(55)	32	120 (16)

Sizes available and recommended currents (DC-EP)

	Dia. (mm)	0.9	1.0	1.2
Amp	F	50-200	50-220	80-350
	V & OH	50-140	50-140	50-160

# MG-51T

JIS Z3312 YGW12  
AWS A5.18 ER70S-6

For gas-shielded metal arc welding of mild steel and 490N/mm<sup>2</sup> high tensile steel.

## Applications:

Butt or fillet MAG welding of structures such as vehicles, and industrial machinery.

## Characteristics on usage:

MG-51T is a solid wire which is designed to get good usability in all-position welding of steel sheets by the short-circuiting arc with CO<sub>2</sub> gas or Ar+CO<sub>2</sub> gas mixture for smelting. The arc stability is good in the wide range of welding currents. Higher current can be applied in vertical and overhead positions as compared with MG-50T. It is suitable for all-position welding of pipes. The well-adhered copper plating without flakes and without rusting in long duration storage, glossy wire surface by the special treatment, well-controlled cast and helix to make accurate tracking on the weld seam, rigid spool to prevent insertion of wire into the underlayer wire; these features assure smooth feeding of wire with stable arc, regular beads and higher efficiency in welding.

Typical chemical composition of weld metal (%) (Shield gas :CO<sub>2</sub>)

C	Si	Mn	P	S
0.11	0.53	1.15	0.011	0.012

Typical mechanical properties of weld metal

YP N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	TS N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	El %	IV J (kgf-m)	Shield gas
470 (48)	560 (57)	32	120 (12)	CO <sub>2</sub>
520 (53)	600 (61)	31	160 (16)	80%Ar+20%CO <sub>2</sub>

Sizes available and recommended currents (DC-EP)

	Dia. (mm)	0.9	1.0	1.2
Amp	F	50-200	50-220	80-350
	V	50-140	50-140	50-160
	OH	50-120	50-120	50-140



Product name	Standard		Shield gas	Applications and features	Dia. (mm)	Typical chemical composition of weld metal (%)					Typical mechanical properties of weld metal				PWHT	Remarks
	JIS	AWS				C	Si	Mn	P	S	YP N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	TS N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	El %	IV J (kgf-m)		
MG-1	Z3312 YGW11	A5.18 ER70S-G	CO <sub>2</sub>	For butt or fillet MAG welding of steel structures such as vehicles, buildings, bridges and industrial machinery. It is suitable for welding at high current range and arc is very stable and soft.	1.2 1.4 1.6	0.07	0.51	1.05	0.010	0.010	490 (50)	570 (58)	30	120 (12)	-	CO <sub>2</sub>
MG-2	Z3312 YGW12	A5.18 ER70S-G	CO <sub>2</sub> Ar+CO <sub>2</sub>	For butt or fillet MAG welding of steel structures such as vehicles, industrial machinery, buildings and bridges. Arc stability is good at low current ranges (short-circuiting arc range) and arc is soft. Suitable for all-position welding of thin steel sheets.	0.9 1.0 1.2	0.07	0.50	1.05	0.012	0.016	430 (44)	550 (56)	30	140 (14)	-	CO <sub>2</sub>
MGS-50	Z3312 YGW16	A5.18 ER70S-G	Ar+O <sub>2</sub> Ar+CO <sub>2</sub>	For butt or fillet MAG welding of steel structures such as chemical equipment and pressure vessels. With several mixtures of shielding gases, good usability and weld joint properties can be obtained with wide range from low to high currents. Suitable for welding of mild steel, 490N/mm <sup>2</sup> high tensile steel, and aluminium-killed steel for low temperature service.	1.0 1.2 1.6	0.08	0.71	1.21	0.010	0.007	490 (50)	590 (60)	33	-20°C 180 (18)	-	98%Ar +2%O <sub>2</sub>
											400 (41)	540 (55)	33	-20°C 200 (20)	620°C x1hr	
											450 (46)	570 (58)	28	-20°C 180 (18)	-	80%Ar +20%CO <sub>2</sub>
											370 (38)	520 (53)	32	-20°C 190 (19)	620°C x1hr	
MIX-50S	Z3312 YGW15	A5.18 ER70S-G	Ar+CO <sub>2</sub>	For butt or fillet MAG welding of steel structures such as vehicles, buildings, bridges, and electric machinery. It can be used in wide range of current, and particularly the arc is stable at higher amperage (spray arc range). It provides good usability in pulsed arc welding.	0.9 1.0 1.2 1.4 1.6	0.09	0.37	1.04	0.011	0.005	470 (48)	550 (56)	32	-20°C 170 (17)	-	80%Ar +20%CO <sub>2</sub>

## OK Autrod 12.51 GMAW

A copper-coated, manganese-silicon bearing electrode for the GMAW of unalloyed steels, such as general structural steels with a minimum tensile strength of 530 MPa, and for fine-grained carbon-manganese steels with a minimum yield strength of 420 MPa. OK Autrod 12.51 can be welded with Ar/20CO<sub>2</sub> or pure CO<sub>2</sub> as the shielding gas. The mechanical properties quoted here are welded with Ar/20CO<sub>2</sub> as the shielding gas.

### Welding current

DC(+)

## OK Autrod 12.56 GMAW

A copper-coated, manganese-silicon alloyed electrode for the GMAW of unalloyed steels, such as general structural steels with a minimum tensile strength of no more than 510 MPa, and for fine-grained carbon-manganese steels with a minimum yield strength of 360 MPa. OK Autrod 12.56 can be welded with Ar/20CO<sub>2</sub> or pure CO<sub>2</sub> as the shielding gas. The mechanical properties quoted here are welded with Ar/20CO<sub>2</sub> as the shielding gas.

### Welding current

DC(+)

## OK Autrod 12.64 GMAW

A copper-coated, manganese-silicon-alloyed electrode for GMAW. Compared with OK Autrod 12.51, OK Autrod 12.64 has a slightly higher silicon and manganese content, which increases the yield stress and the tensile strength of the weld metal if it is welded with CO<sub>2</sub> as the shielding gas. The high silicon content promotes low sensitivity to surface impurities and contributes to smooth, sound welds. OK Autrod 12.64 can be welded with Ar/20CO<sub>2</sub> or pure CO<sub>2</sub> as the shielding gas. The mechanical properties quoted here are welded with Ar/20CO<sub>2</sub> as the shielding gas.

### Welding current

DC(+)

AWS A5.18-93  
ER70S-6  
EN 440  
G 38 2 C G3Si,  
G 42 3 M G3Si

ABS 3SA, 3YSA  
LR 3S, 3YS  
DnV III YMS  
BV SA, 3YM  
GL 3YS  
RS 3YMS, K6SM  
CO  
PRS 3YS  
DB 42.039.06  
TÜV  
RINA SG 52 3  
SFS GS2-C1-51-6, GS2-M21-57-6  
SS 143403, 143423  
DS E 51 3  
UDT

TÜV  
DB 42.039.01  
DS E 51 3

EN 440  
G 38 2 C G3Si1,  
G 38 2 M G3Si1

C 0.08  
Si 0.9  
Mn 1.5  
Wire composition

Yield stress 0.6  
475 MPa 0.8  
Tensile strength 0.9  
560 MPa 1.0

Elongation 1.2  
24% 1.4  
1.6

### Charpy V

#### Test temps Impact values

+20°C 120 J  
0°C 100 J  
-20°C 80 J  
-40°C 50 J

30-100 15-20  
60-200 18-24  
70-250 18-26  
80-300 18-32  
120-380 18-34  
150-420 22-36  
225-550 28-38

C 0.08  
Si 0.8  
Mn 1.4  
Wire composition

Yield stress 0.6  
420 MPa 0.8  
Tensile strength 0.9  
540 MPa 1.0

Elongation 1.2  
25% 1.4  
1.6

### Charpy V

#### Test temps Impact values

-20°C 70 J

30-100 15-20  
60-200 18-24  
70-250 18-26  
80-300 18-32  
120-380 18-34  
150-420 22-36  
225-550 28-38

C 0.1  
Si 1.0  
Mn 1.7  
Wire composition

Yield stress 0.6  
450 MPa 0.8  
Tensile strength 0.9  
560 MPa 1.0

Elongation 1.2  
26% 1.4  
1.6

### Charpy V

#### Test temps Impact values

+20°C 120 J  
-20°C 80 J

50-100 16-20  
60-185 18-24  
70-250 18-26  
80-300 18-32  
120-380 18-34  
150-420 22-36  
120-390 18-35



## OK Autrod 12.67 GMAW

A copper-coated, manganese-silicon-alloyed electrode for the GMAW. OK Autrod 12.67 should be used when a higher silicon and manganese content is required or desired compared with OK Autrod 12.56. The higher silicon and manganese content increases the yield stress and the tensile strength of the weld metal. The high silicon content promotes a low sensitivity to surface impurities and contributes to smooth, sound welds. OK Autrod 12.67 can be welded with Ar/20CO<sub>2</sub> or pure CO<sub>2</sub> as the shielding gas.

### Welding current

DC(+)

## OK Tigrod 12.60 GTAW

A copper-coated, manganese-silicon-bearing rod for the GTAW of unalloyed steels, e.g. general structural steels with a min. tensile strength of 500 MPa, as well as for fine-grained carbon-manganese steels with a min. yield strength of 400 MPa. OK Tigrod 12.60 is normally welded with pure Ar as the shielding gas.

### Welding current

DC(-)

## OK Tigrod 12.64 GTAW

A manganese-silicon-alloyed rod for GTAW. The high silicon and manganese content increases the yield stress and the tensile strength of the weld metal. The high silicon content promotes low sensitivity to surface impurities. OK Tigrod 12.64 is normally welded with pure Ar as the shielding gas.

### Welding current

DC(-)

G 35 2 C G4Si1,  
G 35 2 M G4Si1

DB

42.039.15

AWS A5.18-93  
ER70S-3  
DIN 8559  
WSG-1  
Werkstoff Nr.  
1.5112

AWS A5.18-79  
ER70S-6  
DIN 8559  
WSG 3  
Werkstoff Nr.  
1.5130

TÜV  
UDT

Si 0.9  
Mn 1.6  
Wire composition

C 0.1  
Si 0.6  
Mn 1.2  
Wire composition

C 0.1  
Si 1.0  
Mn 1.7  
Wire composition

460 MPa

Tensile strength  
560 MPa

Elongation  
25%

Charpy V

Test temps Impact values  
-20 °C 80 J

Yield stress  
410 MPa

Tensile strength  
515 MPa

Elongation  
34%

Charpy V

Test temps Impact values  
-18°C 85 J

Yield stress  
480 MPa

Tensile strength  
620 MPa

Elongation  
28%

Charpy V

Test temps Impact values  
-20°C 70 J  
-29°C 30 J

0.8  
0.9  
1.0  
1.2  
1.4  
1.6

1.6 700  
2.0 700  
2.4 700  
3.2 700

1.6 700  
2.0 700  
2.4 700  
3.2 700  
5.0 700

60-200  
70-250  
80-300  
120-380  
150-420  
225-550

18  
18  
18  
18  
22  
28



## OK Autrod 13.26 GMAW

A copper-coated, copper-nickel-alloyed electrode for the GMAW of weathering steels such as CORTEN A, B and C. The weld metal composition and mechanical properties also make this product suitable for welding high tensile cold tough steel. OK Autrod 13.26 can be welded with Ar/20CO<sub>2</sub> or CO<sub>2</sub> as the shielding gas. The mechanical properties given here are welded with Ar/20CO<sub>2</sub> as the shielding gas.

### Welding current

DC(+)

AWS A5.28-79  
ER80S-G

DnV

IIYMS DC(+)  
(CO<sub>2</sub>)

DnV

IIYMS DC(+)  
(Ar/20CO<sub>2</sub>)

DB

42.039.04

SFS

GSX-C1-57-5,  
GSX-M21-57-5

DS

E51 3  
(Ar/20CO<sub>2</sub>)

C 0.1  
Si 0.8  
Mn 1.4  
Ni 0.8  
Cr 0.2  
Cu 0.3

Wire composition

### Yield stress

540 MPa

### Tensile strength

625 MPa

### Elongation

26%

### Charpy V

#### Test temps Impact values

+20°C	140 J
-20°C	110 J
-40°C	90 J
-46°C	55 J

0.8

1.0

1.2

1.6

40-170

80-280

120-350

225-480

16-2

18-2

20-3

26-3

## OK Autrod 13.28 GMAW

A copper-coated, low-alloyed 2.5%Ni electrode for the GMAW of low-alloyed and low-temperature steels for applications such as vessels, pipes and in offshore industry. Also for welding steels where good impact strength at lower temperature (-20°C) is required. OK Autrod 13.28 is usually welded with Ar/20CO<sub>2</sub> as the shielding gas. The minimum values for the mechanical properties are given in the post-weld, heat-treated condition.

### Welding current

DC(+)

AWS A5.28-79  
ER80S-Ni2  
EN 440  
G 46 5 M G2Ni2

TÜV

DB

UDT

42.039.18

C 0.1  
Si 0.6  
Mn 1.1  
Ni 2.4

Wire composition

### Yield stress

470 MPa

### Tensile strength

550 MPa

### Elongation

24%

### Charpy V

#### Test temps Impact values

-62°C	27 J
-------	------

0.8

1.0

1.2

1.6

40-170

80-280

120-350

225-480

16-2

18-2

26-3

26-3

## OK Autrod 13.29 GMAW

A copper-coated, low-alloyed electrode for the GMAW of high tensile strength steels requiring tougher weld metal for critical applications. Also for welding steels when fairly high impact strength at lower temperatures is required. OK Autrod 13.29 is usually welded with Ar/20CO<sub>2</sub> as the shielding gas.

### Welding current

DC(+)

AWS A5.28-79  
ER100S-G

C 0.06  
Si 0.6  
Mn 1.6  
Cr 0.3  
Ni 1.4  
Mo 0.25  
V 0.07

Wire composition

### Yield stress

750 MPa

### Tensile strength

820 MPa

### Elongation

19%

### Charpy V

#### Test temps Impact values

+20°C	70 J
-20°C	50 J
-30°C	40 J

0.8

1.0

1.2

1.6

40-170

80-280

120-350

225-480

16-2

18-2

20-3

26-3

## OK Autrod 13.09 GMAW

A copper-coated, low-alloyed 0.5%Mo electrode for the GMAW of creep-resistant steels of the same type, such as pipes in pressure vessels and boilers with a working temperature of up to about 500°C. It can also be used for welding low-alloyed high tensile strength steels. OK Autrod 13.09 is usually welded with Ar/20 CO<sub>2</sub> as the shielding gas. The mechanical properties are given in the stress-relieved condition.

### Welding current

DC(+)

## OK Autrod 13.12 GMAW

A copper-coated, low-alloyed 1% Cr, 0.5% Mo electrode for the GMAW of creep-resistant steels of the same type and other low-alloyed high tensile strength steels. OK Autrod 13.12 is usually welded with Ar/20CO<sub>2</sub> as the shielding gas. The mechanical properties are given in the stress-relieved condition.

### Welding current

DC(+)

## OK Autrod 13.13 GMAW

A copper-coated, low-alloyed electrode for the GMAW of high tensile strength steels, with a minimum yield strength (0.2%) of 610 MPa and a minimum tensile strength of 710 MPa. Also for welding steels where good impact strength at lower temperature is required. OK Autrod 13.13 is usually welded with Ar/20CO<sub>2</sub> as the shielding gas. The mechanical properties are given in the as welded condition. After stress-relieving, the mechanical properties decrease by about 30 MPa for yield and tensile strength.

### Welding current

DC(+)

AWS A5.28-79  
ER80S-G  
EN 440  
G 38 0 C G2Mo.  
G 46 0 M G2Mo

DnV  
DB  
TÜV  
UDT

IIIYMS, DC+  
(M21)  
42.039.09

C 0.1  
Si 0.7  
Mn 1.1  
Mo 0.5  
Wire composition

Yield stress  
430 MPa

Tensile strength  
545 MPa

Elongation  
26%

### Charpy V

Test temps	Impact values
+20°C	150 J
0°C	130 J
-20°C	95 J
-40°C	90 J

C 0.1  
Si 0.7  
Mn 1.0  
Cr 1.1  
Mo 0.5  
Wire composition

Yield stress  
480 MPa

Tensile strength  
600 MPa

Elongation  
23%

### Charpy V

Test temps	Impact values
+20°C	55 J
0°C	40 J
-20°C	20 J

C 0.1  
Si 0.7  
Mn 1.4  
Cr 0.6  
Ni 0.6  
Mo 0.2  
Wire composition

Yield stress  
690 MPa

Tensile strength  
770 MPa

Elongation  
20%

### Charpy V

Test temps	Impact values
0°C	80 J
-20°C	75 J
-40°C	60 J
-60°C	50 J

0.8	40-170	16-22
1.0	80-280	18-28
1.2	120-350	20-33
1.6	225-480	26-38

0.8	40-170	16-22
1.0	80-280	18-28
1.2	120-350	20-33
1.6	225-480	26-38

0.8	40-170	16-22
1.0	80-280	18-28
1.2	120-350	20-33
1.6	225-480	26-38



**LAMPIRAN**  
**DATA PROSEDUR PENGELASAN**



**PROCEDURES FOR GAS METAL-ARC WELDING CARBON-STEEL BUTTS  
BY SPRAY TRANSFER**

Gas — Argon with 5% O<sub>2</sub>  
Gas Flow 40-50 cfh

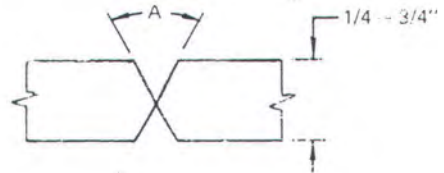
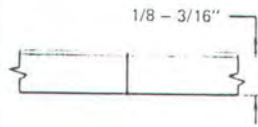


Plate Thickness (in.)	1/8	3/16	1/4	5/16	1/2	3/4
Electrode Size	1/16	1/16	3/32	3/32	3/32	3/32
Pass	1	2	1	2	1	2
Current DCRP	280	375	375	430	400	420
Wire Speed (ipm)	165	260	83	95	87	92
Voltage	24	26	27	28	28	29
Arc Speed (ipm)	20	24	24	20	14	12
Total Time (hr/ft of weld)	0.0100	0.0167	0.0167	0.0200	0.0286	0.0667
Angle A (degrees)			60	60	60	90

**PROCEDURES FOR GAS METAL-ARC WELDING CARBON-STEEL BUTTS  
BY SHORT-CIRCUITING TRANSFER**

Gas — Argon with 25% CO<sub>2</sub>  
Gas Flow 10-15 cfh  
Electrode Size 0.030 in.

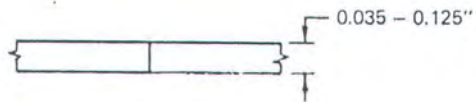
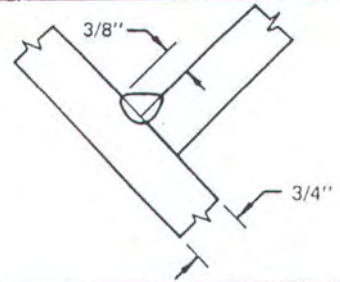
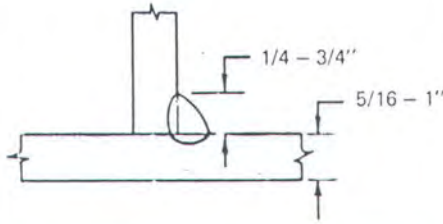


Plate Thickness (in.)	0.035	0.047	0.063	0.078	0.100	0.125
Current DCRP	55	65	85	105	110	130
Wire Speed (ipm)	117	140	170	225	235	300
Voltage	16	17	17	18	18	19
Arc Speed (ipm)	13	15	15	15	15	16
Total Time (hr/ft of weld)	0.0154	0.0133	0.0133	0.0133	0.0133	0.0125

# PROCEDURES FOR GAS METAL-ARC WELDING OF CARBON-STEEL FILLETS BY SPRAY TRANSFER

Gas — Argon with 5% O<sub>2</sub>  
Gas Flow 40 — 50 cfh  
Electrode Size 3/32 in.



Weld Size, (in.)	1/4	5/16	3/4	3/8
Plate Thickness, (in.)	5/16	1/2	1	3/4
Pass	1	1	4	1
Current (DCRP)	400	450	450	475
Wire Feed Speed (ipm)	87	100	100	110
Voltage	27	28	28	30
Arc Speed (ipm)	16	12	7	9
Total Time (hr/ft of weld)	0.0125	0.0167	0.114	0.0222

Material Thickness in. (1)	mm	Type of Weld	Number of Passes	Electrode Dia. in.	mm	Welding Current Amps-DC	Arc Voltage Elec. Pos.	Wire Feed ipm	Travel Speed ipm	Shielding Gas (2) Flow CFH
1/8	3.2	Fillet or square groove	1	1/16	1.6	300	24	165	35	40-50
3/16	4.8	Fillet or square groove	1	1/16	1.6	350	25	230	32	40-50
		Vee				325	24	210		
1/4	6.4	groove	2	1/16	1.6	375	25	260	30	40-50
		Vee				400	26	100		
1/4	6.4	groove	2	3/32	2.4	450	29	120	35	40-50
1/4	6.4	Fillet	1	1/16	1.6	350	25	230	32	40-50
1/4	6.4	Fillet	1	3/32	2.4	400	26	100	32	40-50
		Vee				325	24	210		
3/8	9.5	groove	2	1/16	1.6	375	25	260	24	40-50
		Vee				400	26	100		
3/8	9.5	groove	2	3/32	2.4	450	29	120	28	40-50
3/8	9.5	Fillet	2	1/16	1.6	350	25	230	20	40-50
3/8	9.5	Fillet	1	3/32	2.4	425	27	110	20	40-50
		Vee				325	24	210		
		groove				375	26	260		
1/2	12.7		3	1/16	1.6	375	26	250	24	40-50
		Vee				400	26	100		
		groove				450	29	120		
1/2	12.7		3	3/32	2.4	425	27	110	30	40-50
1/2	12.7	Fillet	3	1/16	1.6	350	25	230	24	40-50
1/2	12.7	Fillet	3	3/32	2.4	425	27	105	26	40-50
								110		
		Double				325	24	210		
		Vee				375	26	260		
3/4	19.1	Groove	4	1/16	1.6	350	25	230	24	40-50
		Double				400	26	100		
		Vee				450	29	120		
3/4	19.1	Double	4	3/32	2.4	425	27	110	24	40-50
3/4	19.1	Fillet	5	1/16	1.6	350	25	230	24	40-50
3/4	19.1	Fillet	4	3/32	2.4	425	27	110	26	40-50
1	24.1	Fillet	7	1/16	1.6	350	25	230	24	40-50
1	24.1	Fillet	6	3/32	2.4	425	27	110	26	40-50

Use only in flat and horizontal fillet position.

(1) For fillet welds, material thickness indicates fillet weld size.

(2) Shielding gas is argon plus 1 to 5% oxygen.

Material Thickness (1)			Electrode Dia.		Welding Current	Arc Voltage	Wire Feed	Travel Speed	Shielding Gas Flow
Fraction	in.	mm	in.	mm	Amps-DC	Elec. Pos	ipm	ipm	CFH (3)
24 ga.	0.025	0.6	0.030	0.8	30-50	15-17	85 100	12-20	15-20
22 ga.	0.031	0.8	0.030	0.8	40-60	15-17	90 130	18-22	15-20
20 ga.	0.037	0.9	0.025	0.9	55-85	15-17	70 120	35-40	15-20
18 ga.	0.050	1.3	0.035	0.9	70-100	16-19	100 160	35-40	15-20
1/16	0.063	1.6	0.035	0.9	80-110	17-20	120 160	30-35	20-25
5/64	0.078	2.0	0.035	0.9	100-130	18-20	180 220	25-30	20-25
1/8	0.125	3.2	0.035	0.9	120-160	19-22	210 290	20-25	20-25
1/8	0.125	3.2	0.045	1.1	180-200	20-24	210 240	27-32	20-25
3/16	0.187	4.7	0.035	0.9	140-160	19-22	210 290	14-19	20-25
3/16	0.187	4.7	0.045	1.1	180-205	20-24	210 245	18-22	20-25
1/4	0.250	6.4	0.035	0.9	140-160	19-22	240 290	11-15	20-25
1/4	0.250	6.4	0.045	1.1	180-225	20-24	210 290	12-18	20-25

Note: Singlepass flat and horizontal fillet position. Reduce current 10 to 15% for vertical and overhead welding.

(1) For fillet and groove welds. For fillet welds size equals metal thickness. For square groove welds the root opening should equal 1/2 the metal thickness.

(3) Shielding gas is CO<sub>2</sub> or mixture of 75% Argon + 25% CO<sub>2</sub>.





**LAMPIRAN**  
**DATABASE MATERIAL INDUK**



## Database Desktop - [Table: MATMEC01.DBF]

File Edit View Table Record Tools Window Help



MATMEC01	IDMATERIAL	ELONG	MINYIELD	MAXYIELD	MINTENSILE	MAXTENSILE
1	ASTM A106-B	22.00	240.00	240.00	415.00	415.00
2	ASTM A131-A	21.00	235.00	235.00	400.00	490.00
3	ASTM A131-AH32	19.00	315.00	315.00	470.00	585.00
4	ASTM A131-AH36	19.00	350.00	350.00	490.00	620.00
5	ASTM A131-AH40	19.00	390.00	390.00	510.00	650.00
6	ASTM A131-B	21.00	235.00	235.00	400.00	490.00
7	ASTM A131-CS	21.00	235.00	235.00	400.00	490.00
8	ASTM A131-D	21.00	235.00	235.00	400.00	490.00
9	ASTM A131-DH32	19.00	315.00	315.00	470.00	585.00
10	ASTM A131-DH36	19.00	350.00	350.00	490.00	620.00
11	ASTM A131-DH40	19.00	390.00	390.00	510.00	650.00
12	ASTM A131-DS	21.00	235.00	235.00	400.00	490.00
13	ASTM A131-E	21.00	235.00	235.00	400.00	490.00
14	ASTM A131-EH32	19.00	315.00	315.00	470.00	585.00
15	ASTM A131-EH36	19.00	350.00	350.00	490.00	620.00
16	ASTM A131-EH40	19.00	390.00	390.00	510.00	650.00
17	ASTM A139-B	22.00	241.00	241.00	414.00	414.00
18	ASTM A36-NONE	20.00	250.00	250.00	400.00	550.00
19	ASTM A381-Y35	25.00	240.00	240.00	415.00	415.00
20	ASTM A500-A	25.00	228.00	228.00	310.00	310.00
21	ASTM A500-B	23.00	290.00	290.00	400.00	400.00
22	ASTM A501-NONE	20.00	250.00	250.00	400.00	400.00
23	ASTM A516-55	23.00	205.00	205.00	380.00	515.00
24	ASTM A516-60	21.00	220.00	220.00	415.00	550.00
25	ASTM A524-I	22.00	240.00	240.00	415.00	566.00
26	ASTM A524-II	28.00	205.00	205.00	380.00	550.00
27	ASTM A529-NONE	0.00	290.00	290.00	415.00	535.00
28	ASTM A53-B	22.00	240.00	240.00	415.00	415.00
29	ASTM A570-30	0.00	205.00	205.00	340.00	340.00
30	ASTM A570-33	0.00	230.00	230.00	360.00	360.00
31	ASTM A570-36	0.00	250.00	250.00	365.00	365.00
32	ASTM A570-40	0.00	275.00	275.00	380.00	380.00
33	ASTM A570-45	0.00	310.00	310.00	415.00	415.00
34	ASTM A570-50	0.00	345.00	345.00	450.00	450.00
35	ASTM A572-42	20.00	290.00	290.00	415.00	415.00



Database Desktop - [Table: MATFILLER.DBF]									
File Edit View Table Record Tools Window Help									
MATFILLER	MATDESC	FCAW1	FCAW2	GMAW1	GMAW2	SAW1	SAW2	SMAW1	SMAW2
1	ASTM A106-B	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
2	ASTM A131-A	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
3	ASTM A131-AH32	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
4	ASTM A131-AH36	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
5	ASTM A131-B	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
6	ASTM A131-CS	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
7	ASTM A131-D	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
8	ASTM A131-DH32	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
9	ASTM A131-DH36	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
10	ASTM A131-DS	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
11	ASTM A131-E	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
12	ASTM A131-EH32	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
13	ASTM A131-EH36	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
14	ASTM A139-B	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
15	ASTM A36-NONE	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
16	ASTM A361-Y35	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
17	ASTM A441-NONE	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
18	ASTM A500-A	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
19	ASTM A500-B	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
20	ASTM A501-NONE	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
21	ASTM A516-55	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
22	ASTM A516-60	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
23	ASTM A516-65	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
24	ASTM A516-70	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
25	ASTM A524-I	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
26	ASTM A524-II	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
27	ASTM A529-NONE	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
28	ASTM A53-NONE	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
29	ASTM A537-CLASS 1	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
30	ASTM A537-CLASS 2	A 5.29		A 5.28		A 5.23		A 5.5	
31	ASTM A570-30	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
32	ASTM A570-33	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
33	ASTM A570-36	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
34	ASTM A570-40	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5
35	ASTM A570-45	A 5.20	A 52.9	A 5.18		A 5.17	A 5.23	A 5.1	A 5.5



c: Database Desktop

File Edit View Table Record Tools Window Help



Table: MATCHEM02.DB

MATCHEM0	DMATERIAL	C	Mn	P	S	Si	Ni	Cu	Cr	Mo
1	ASTM A106-B	0.30	1.05	0.04	0.04	0.10	0.40	0.40	0.40	
2	ASTM A131-A	0.23	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	ASTM A131-AH32	0.18	1.60	0.04	0.04	0.50	0.40	0.35	0.25	
4	ASTM A131-AH36	0.18	1.60	0.04	0.04	0.50	0.40	0.35	0.25	
5	ASTM A131-AH40	0.18	1.60	0.04	0.04	0.50	0.40	0.35	0.25	
6	ASTM A131-B	0.21	1.10	0.04	0.04	0.35	0.00	0.00	0.00	
7	ASTM A131-CS	0.16	1.35	0.04	0.04	0.35	0.00	0.00	0.00	
8	ASTM A131-D	0.21	1.35	0.04	0.04	0.35	0.00	0.00	0.00	
9	ASTM A131-DH32	0.18	1.60	0.04	0.04	0.50	0.40	0.35	0.25	
10	ASTM A131-DH36	0.18	1.60	0.04	0.04	0.50	0.40	0.35	0.25	
11	ASTM A131-DH40	0.18	1.60	0.04	0.04	0.50	0.40	0.35	0.25	
12	ASTM A131-DS	0.16	1.35	0.04	0.04	0.35	0.00	0.00	0.00	
13	ASTM A131-E	0.18	1.35	0.04	0.04	0.35	0.00	0.00	0.00	
14	ASTM A131-EH32	0.18	1.60	0.04	0.04	0.50	0.40	0.35	0.25	
15	ASTM A131-EH36	0.18	1.60	0.04	0.04	0.50	0.40	0.35	0.25	
16	ASTM A131-EH40	0.18	1.60	0.04	0.04	0.50	0.40	0.35	0.25	
17	ASTM A139-B	0.30	1.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	
18	ASTM A36-NONE	0.25	0.00	0.04	0.05	0.40	0.00	0.20	0.00	
19	ASTM A381-Y35	0.26	1.40	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	
20	ASTM A500-A	0.30	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.18	0.00	
21	ASTM A500-B	0.30	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.18	0.00	
22	ASTM A501-NONE	0.30	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	0.18	0.00	
23	ASTM A516-55	0.18	0.98	0.04	0.04	0.45	0.00	0.00	0.00	
24	ASTM A516-60	0.21	0.98	0.04	0.04	0.45	0.00	0.00	0.00	
25	ASTM A524-I	0.21	1.35	0.04	0.04	0.40	0.00	0.00	0.00	
26	ASTM A524-II	0.21	1.35	0.04	0.04	0.40	0.00	0.00	0.00	
27	ASTM A529-NONE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
28	ASTM A53-B	0.30	1.20	0.05	0.05	0.00	0.40	0.40	0.40	
29	ASTM A570-30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
30	ASTM A570-33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
31	ASTM A570-36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
32	ASTM A570-40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	